





MANUEL DE PHYSIOLOGIE.

I.

Cet ouvrage se trouve chez les libraires suivants.

A Agen, chez Bertrand, Chairou et Ce.
Alger, — Dubos frères.
Amiens, — A. Caron, Prévost-Allo.
Amsterdam, — Caarelsen, Van Bakkenes.
Angers, — Barassé frères. Cosnier et Lachèze.
Arras. — Galand et Carlier. Topino.
Athènes, — Ad. Nast.
Bayonne, — Andreossy.
Berlin, — Hirschwald.
Besançon, — Bintot, Bulle.
Bordeaux, — Chaumas.
Brest, — Lepontois, Fr. Robert.
Bruxelles, — Tircher, Perichon.
Copenhague, — Host et Ce.
Dijon, — Lamarche et Drouelle.
Dublin, — Fannin et Ce. Hodges, Smith et Ce.
Édimbourg, — Maclachland et Stewart.
Florence, — Ricordi et Jouhaud. Piatti.
Gand, — Hoste.
Gênes, — A. Beuf.
Genève, — Ab. Cherbuliez et Ce.
Laon. — Lecointe.
Leipzig, — Michelsen. Twietmeyer. Brockaüs et Avenarius.
Leyde, — E.-J. Brill. Vander Hoeck.
Liège, — J. Desoer.
Lille, — Beghin, Vanackere.
Lisbonne, — Rolland et Semiond.
Louvain, — Van Esch.
Lyon, — Ch. Savy.
Madrid, — Bailly-Baillière.

A Marseille, chez Ve Camoin, L. Chaix,
Messine, — Ant. di Stefano.
Metz, — Lorette, Warion.
Mexico, — H. Brun.
Milan, — Dumolard frères.
Montpellier, — Ch. Savy, Sevalle.
Moscou, — Gautier, Urbain. Renaud.
Nancy, — Grimblot et Ce. Gonet.
Nantes, — Buroleau, Forest aîné.
Naples, — Marghieri. G. Nobile.
New-York, — H. Baillière.
Odessa, — Sauron.
Palerme, — A. Muratori.
Perpignan, — Alzine, Julia frères,
Pétersbourg, — Bellizard et Ce, Hauer et Ce. J. Issakoff.
Porto, — A. Moré.
Rennes, — Verdier.
Rochefort, — Penard.
Rome, — P. Merle.
Rotterdam, — Kramers.
Rouen, — Dubust, Lebrument.
Stockholm, — Bonnier.
Strasbourg, — Derivaux. Ve Berger-Levrault. Treuttel et Würtz.
Toulon, — Monge.
Toulouse, — Gimet, Delboy.
Troyes, — Febvre.
Turin, — J. Bocca. Schiepatti. L. Toscanelli et Ce.
Varsovie, — H. Natanson.

Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.

MANUEL

DE

PHYSIOLOGIE

PAR

J. MUELLER,
Professeur d'anatomie et de physiologie à l'Université de Berlin, etc.

TRADUIT DE L'ALLEMAND SUR LA DERNIÈRE ÉDITION,
AVEC DES ADDITIONS,

PAR A.-J.-L. JOURDAN,
Membre de l'Académie nationale de médecine.

Deuxième Edition revue et annotée

PAR É. LITTRÉ,
De l'Institut, de la Société d'histoire naturelle de Halle, de la Société de biologie de Paris, de la Société médicale d'Athènes, et correspondant de l'Académie herculanéenne d'archéologie.

Accompagné de 320 figures intercalées dans le texte,
ET DE 4 PLANCHES GRAVÉES.

TOME PREMIER.

A PARIS,
CHEZ J.-B. BAILLIÈRE,
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE NATIONALE DE MÉDECINE,
19, rue Hautefeuille;
à Londres, chez H. Baillière, 219, Regent street;
A New-York, chez H. Baillière, libraire, 290, Broadway;
A MADRID, CHEZ C. BAILLY-BAILLIÈRE, CALLE DEL PRINCIPE, 11.
1851.

PRÉFACE

DU NOUVEL ÉDITEUR.

Les jeunes gens qui ont, comme on dit, fini leurs classes, et qui songent à prendre une direction, soit théorique, soit pratique, pensent qu'ils peuvent indifféremment choisir telle ou telle science, menant à telle ou telle carrière, et entamer leur instruction définitive aussi bien par la physique ou la chimie s'ils veulent devenir industriels, que par la physiologie s'ils veulent devenir médecins, ou par l'histoire et le droit s'ils veulent devenir administrateurs et magistrats. Et comment penseraient-ils autrement? Jamais personne ne leur a enseigné qu'il y eût aucune connexion et hiérarchie entre les sciences; ils ne commenceront à s'en douter qu'empiriquement et lorsque, engagés dans leurs études spéciales, ils rencontreront sur leur chemin les lois générales, à eux ou inconnues ou mal connues. Comment penseraient-ils autrement? Ce qu'on leur a inculqué sous le nom de philosophie n'est qu'une série de déductions métaphysiques, complétement étrangères à la connaissance réelle, et laissant en dehors aussi bien le monde inorganique que le monde organique; c'est-à-dire la somme des choses accessibles à l'esprit humain, l'universalité de ce qui peut être su. Comment, enfin, penseraient-ils autrement? Une fois qu'ils sont entrés dans une science, l'enseignement qu'ils reçoivent les y parque rigoureusement; il semble que chaque science n'existe que pour soi et n'appartienne pas à un ensemble; à un ensemble qui, au fond, est la seule, la vraie philosophie. C'est à rectifier un pareil point de vue qu'est essentiellement destinée cette préface.

Rien n'est organisé à cet égard. L'enseignement supérieur est, dans notre pays, divisé en trois parts tout à fait distinctes; et l'équivalent d'un pareil état de choses se trouve dans toute l'Europe. Ces trois parts sont : les études inorganiques, l'étude de la vie, et celle des lois et de l'administration. Les sciences inorganiques ont leur centre dans l'École polytechnique. Les hommes illustres qui fondèrent cette institution eurent une claire idée de la hiérarchie scientifique autant que cette hiérarchie pouvait être conçue de leur temps :

mathématiques, astronomie, physique, chimie, forment le tronçon initial de la véritable philosophie ; ce fut, à l'époque de la création, un grand service rendu à la pensée humaine que cet établissement d'une doctrine cohérente, déjà fort étendue et pure de tout alliage, soit théologique, soit métaphysique. Mais, justement parce que ce n'était qu'un tronçon sans aboutissant encore connu, la vertu initiale s'épuisa rapidement ; et, aujourd'hui que, parmi les hommes voués à la culture des sciences inorganiques, tout sens de généralité est nécessairement perdu, on reforme cette école à rebours de l'esprit qui a présidé à sa naissance, hâtant dès lors sa décadence loin d'y remédier. En biologie, seconde part de l'enseignement supérieur, on laisse de côté toute cette portion jusqu'à présent fort bien enseignée à l'École polytechnique, ou du moins on n'en prend qu'une teinture fort insuffisante, de sorte que la base de toute étude biologique, à savoir la connaissance exacte des lois du monde inorganique, fait défaut ; l'esprit, introduit dans ce vaste ensemble des phénomènes vitaux, n'en saisit pas les liaisons nécessaires avec le reste de l'ordre naturel. Enfin l'étude des lois, de l'administration, de l'économie politique, étude qui, au fond, n'est pas même une ébauche de la véritable science des sociétés, se trouve dans une situation encore plus rudimentaire ; car à ceux qui l'abordent on ne demande qu'une simple préparation littéraire et métaphysique. On verra bientôt (et c'est une notion capitale pour comprendre nettement ce qu'est la biologie) quelle place elle occupe entre les études inorganiques et les études sociales ou historiques (ces deux termes sont synonymes).

Le système des êtres vivants est l'objet de la biologie (1). Cette définition montre immédiatement que les végétaux font partie intégrante de la science, qui comprend ainsi trois groupes : la végétalité, l'animalité, l'humanité. Ces groupes sont ainsi rangés d'après leur indépendance décroissante et leur composition croissante. Les végétaux sont tout à fait indépendants des animaux et de l'homme, et l'on pourrait concevoir notre planète ou toute autre planète comme peuplée uniquement de plantes, sans aucun mélange d'animaux ; ils sont en même temps plus simples, puisqu'ils n'offrent que la vie végétative, et que toute l'activité vitale s'y borne à la nutrition et à la reproduction. Les animaux sont dans une dépendance étroite de la végétalité, car ce n'est que par cet intermédiaire qu'ils peuvent s'assimiler les matériaux inorganiques ; en même temps ils sont beaucoup plus complexes, ajoutant au fondement végétal, sans lequel aucune existence vivante ne saurait être conçue, les facultés de se mouvoir et de sentir. Enfin l'humanité se détache à la fois sur le fond de la végétalité et sur celui de l'animalité ; elle n'est pas concevable sans l'une et sans l'autre, puisque l'alimentation carnassière lui est indispen-

(1) *Théorie de la vie, de βίος et λόγος.*

sible; et elle est plus complexe que l'une et l'autre, puisqu'elle offre à étudier un organisme collectif qui manque pour les espèces animales même les plus élevées. L'espèce humaine est la seule qui ait une histoire véritable et qui se constitue en une existence immense et permanente assez forte pour conquérir la domination du globe, et assez cohérente dans son passé, son présent et son avenir, pour devenir une unité réelle aux yeux de la science (1). Là est la différence essentielle entre l'animalité et l'humanité, le caractère qui manque absolument dans la première et appartient exclusivement à la seconde; de même que la motilité et la sensibilité sont le privilége de l'animalité en opposition avec la végétalité.

Ces trois groupes forment une série manifeste, une échelle où, comme je l'ai dit en commençant, croissent la dépendance et la complexité. Dans le sein de chaque groupe une hiérarchie est démontrable; l'immense population végétale est la moins caractérisée à cet égard en raison même de sa simplicité plus grande. Néanmoins les cryptogames, les monocotylédones et les dicotylédones, offrent des degrés dans l'organisation de la vie; à plus forte raison cela est-il vrai pour l'animalité: les invertébrés d'abord, puis les vertébrés, et, parmi les vertébrés, les poissons, les reptiles, les oiseaux et les mammifères. permettent à l'esprit scientifique de se représenter une classification satisfaisante et de se procurer une intuition des lois qui président à l'animalité. Le dernier groupe, quoique ne renfermant qu'une espèce, n'en est pas moins susceptible de se décomposer en degrés successifs. Ce n'est pas que je veuille parler d'une inégalité essentielle entre les diverses races d'hommes, inégalité qui ne me paraît pas avoir été constatée; mais je veux parler des degrés qu'offrent les populations humaines, soit qu'on les considère actuellement telles qu'elles sont disséminées sur le globe depuis l'Européen jusqu'au sauvage de la Nouvelle-Hollande; soit qu'on étudie dans le passé les stations diverses de l'évolution humaine depuis nos plus grossiers ancêtres jusqu'aux modernes les plus civilisés. Ces trois groupes (végétalité, animalité, humanité), examinés dans leur coordination et dans leurs propriétés, donnent une idée fondamentale de ce que M. Comte a si heureusement nommé *la théorie abstraite de la vie* (2).

Il faut descendre plus avant dans le détail du sujet. La biologie offre deux grandes coupes, l'état statique ou anatomie, l'état dynamique ou physiologie. Ceci n'est, à la vérité, qu'une pure vue de l'esprit, qui subdivise afin de saisir; mais, au fond, elle n'est pas réelle. L'anatomie et la physiologie ne sont rien l'une sans l'autre.

(1) Voyez sur cet aperçu les pages profondes où M. Aug. Comte l'a établi dans toute sa nouveauté et toute son importance. (*Système de politique positive*, 1851, t. Ier, p. 628. Paris.)

(2) *Ib.*, p. 585.

L'anatomie se partage en générale et en spéciale. La première étudie les éléments, les tissus et humeurs, les systèmes; la seconde étudie les organes, les appareils, et enfin le corps tout entier (1).

Les *éléments*, dit M. Ch. Robin, sont les dernières parties auxquelles on puisse par l'analyse anatomique, c'est-à-dire sans décomposition chimique, mais par simple dédoublement successif, ramener les tissus et les humeurs, et par suite toutes les autres parties du corps; ou, *vice versa*, les corps irréductibles anatomiques, qui, par leur réunion, constituent les tissus et les humeurs, et consécutivement toutes les autres parties de l'organisation, à l'aide de dispositions nouvelles et de plus en plus compliquées. Ces corps sont de deux ordres : 1° les éléments anatomiques, derniers corps auxquels les tissus puissent être ramenés anatomiquement, qui diffèrent, par leurs caractères, de tous les corps inorganiques, et sont décomposables en principes immédiats; ou *vice versa*, corps solides ou demi-solides, très petits, formés par la combinaison complexe de plusieurs principes immédiats, présentant un ensemble de caractères sans analogues dans le règne minéral et constituant spécialement les tissus; 2° les principes immédiats, derniers corps solides, liquides ou gazeux, auxquels on puisse, par la saine analyse anatomique, ramener, sans décomposition chimique, mais par coagulation et cristallisation successives, les diverses humeurs, et secondairement par décomposition les éléments anatomiques; ou, *vice versa*, composés chimiques, définis ou non, généralement très complexes, gazeux, liquides ou solides, constituant par dissolution réciproque les humeurs, et secondairement par combinaison spéciale les éléments anatomiques. Les *tissus* et *humeurs* sont des substances ou parties complexes par lesquelles sont formés les systèmes et qui se décomposent en parties constituantes, éléments et principes organiques irréductibles anatomiquement; ou, *vice versa*, des corps ou substances résultant de l'enchevêtrement réciproque, du mélange et de la combinaison des parties constituantes, tant principes immédiats qu'éléments organiques, et dont l'ensemble forme autant de systèmes. Ces substances sont de deux ordres : 1° les tissus, parties solides formés par la réunion avec enchevêtrement ou simple contiguïté des éléments anatomiques; 2° les humeurs, parties liquides ou demi-liquides, formées par le mélange et la combinaison des principes immédiats, et tenant ordinairement des éléments anatomiques en suspension. Les tissus et les humeurs présentent un égal degré de complication dans leur organisation, et ne diffèrent que par leur état solide ou liquide, et le mode d'union de leurs parties, qui est en rapport avec les différences physico-chimiques des principes immédiats et des éléments anatomiques; leur étude appartient donc à une même branche d'anatomie. Les *systèmes* sont les parties du corps qui con-

(1) Voyez les *Tableaux d'anatomie*, de Ch. Robin. Paris, 1851.

stituent l'ensemble des organes premiers ou tissus ; ou bien, dans un autre sens, ils sont le tout, continu ou subdivisé en parties similaires, que représente chaque tissu considéré dans son ensemble : tels sont le système médullaire, le système tégumentaire, etc.

A l'anatomie spéciale appartient l'étude des *organes*, des *appareils* et du *corps* considéré dans son ensemble. Les *organes* sont des parties complexes, chacune de forme spéciale, et qui sont constituées par plusieurs parties distinctes, similaires dans les organes de même ordre ; ou *vice versa*, des parties déterminées formées par la réunion de plusieurs parties primaires ou similaires, qui proviennent de systèmes différents et constituent les appareils. Les *appareils* sont des parties du corps formées par la réunion d'organes divers, qui, par leur disposition réciproque et leur agencement, constituent un tout unique et coordonné, différant par son ensemble des autres parties qui constituent le corps. Enfin, le *corps* lui-même résulte de la combinaison et de l'agencement des appareils qui prennent une forme déterminée suivant la végétalité ou l'animalité.

La physiologie est toute cette anatomie mise en activité. Elle se divise nécessairement en physiologie générale et en physiologie spéciale.

La physiologie générale est relative aux *éléments*, aux *tissus* et *humeurs*, et aux *systèmes*.

C'est aux *éléments* que se rapporte essentiellement l'idée de vie, c'est-à-dire d'un double mouvement continu de composition et de décomposition, d'où accroissement, reproduction, diminution et fin. Leurs propriétés vitales sont : A. *Végétatives*. 1° Nutrition essentiellement caractérisée par le double mouvement continu ou la double faculté d'assimilation et de désassimilation, propriété vitale fondamentale la plus nette et la plus élémentaire, sans laquelle les éléments ne manifestent aucune propriété, qu'ils possèdent souvent à l'exclusion de toute autre, et sur laquelle toutes reposent. On a fait à tort de cette propriété commune, comme de la sécrétion et de l'absorption (propriétés de tissu qui dérivent de la nutrition) une fonction. 2° Reproduction, d'où multiplication ; caractérisée par la propriété qu'ont les éléments végétaux et embryonnaires, animaux ou cellules, de se segmenter, se partager (d'où production d'un élément semblable à eux), et par la propriété qu'ont les éléments définitifs de déterminer autour d'eux la formation d'éléments semblables à eux, à l'aide des humeurs (d'où accroissement des tissus). Les animaux d'organisation la plus simple (infusoires), réduits en quelque sorte à un seul élément anatomique, vivant pour son propre compte, et, par suite, sans appareil reproducteur ni ovule, se reproduisent par segmentation de leur corps à la manière des éléments qui ont la forme et l'état de cellule. B. *Propriétés animales*. 3° Contractilité ; 4° sensibilité. Les *tissus* présentent deux ordres de propriétés : 1° Propriétés vitales dont la notion acquiert ici son

plein développement et le plus de netteté, malgré cependant qu'elles appartiennent essentiellement aux éléments et soient dans chaque tissu les mêmes que dans l'espèce d'élément qui le constitue en majeure partie; un peu modifiées, toutefois, par la texture et l'enchevêtrement avec des éléments accessoires d'autre nature, car dans chaque tissu il y a toujours un élément principal plus abondant et un ou plusieurs éléments accessoires. 2° Propriétés de tissu : elles sont en corrélation immédiate avec le mode de texture de chaque tissu et variant suivant ce mode. On les trouve déjà, mais à l'état d'ébauche, dans les éléments. Inhérentes aux corps vivants, elles dépendent de leur texture, de l'arrangement de leurs molécules, mais non de la vie qui les anime; aussi la mort ne les détruit pas. Ce sont : la rétractilité, l'extensibilité, le racornissement, l'élasticité, l'hygrométricité ou propriété d'endosmose et exosmose, d'où, pendant la vie, absorption et sécrétion. La sécrétion, qui a été considérée jusqu'à présent comme une fonction, n'est qu'une propriété de tissu qui appartient à la plupart d'entre eux. C'est dans l'acte d'endosmose et exosmose, modifié par le fait vital élémentaire de nutrition des éléments du tissu, que s'opèrent les sécrétions. Il en est de même de l'absorption, propriété de tous les tissus qui est plus ou moins manifeste, suivant que par le plus ou le moins de vaisseaux les substances qui pénètrent sont enlevées plus ou moins rapidement par le courant sanguin; elle est certainement modifiée dans chaque tissu par le fait vital élémentaire de nutrition des éléments anatomiques. Les *humeurs* ont aussi deux ordres de propriétés : 1° une seule propriété vitale, la plus élémentaire et la plus générale aussi, celle de nutrition, caractérisée par le double mouvement ou acte continu de composition et de décomposition; 2° les propriétés d'humeurs ou physiques et chimiques que peuvent présenter les liquides, suivant leur degré de fluidité et de complexité de composition. Enfin les *systèmes*, étant le tout, continu ou subdivisé, que représente chaque tissu vu dans son ensemble, répondent à la notion d'usage général et de distribution des propriétés de tissu.

Là commence la physiologie spéciale qui s'occupe du jeu des organes, des appareils et du corps entier. Les organes ont un usage particulier, unique ou multiple, qu'il s'agit de déterminer, un seul organe ou instrument pouvant servir à l'accomplissement d'une ou de plusieurs fonctions. Les appareils correspondent à l'idée de fonctions, idée qui se trouve naturellement rectifiée par cette correspondance. Les appareils se divisent en appareils de la vie végétative et appareils de la vie animale. A. Vie végétative; celle-ci comprend : 1° la nutrition; 2° la reproduction. 1° Nutrition : appareil digestif et digestion, appareil respiratoire et respiration, appareil urinaire et urination, appareil vasculaire et mouvement des liquides, appareil de Wolff et vie végétative de l'embryon; 2° reproduction : appareil générateur et génération. B. Vie animale : appareil des sensations, d'où communication avec le

monde extérieur; appareil locomoteur, d'où locomotion et phonation; appareil de la vie spéculative ou âme. Enfin le corps offre, comme attribut dynamique, l'idée d'actions spéciales plus ou moins variées en rapport avec la végétalité, l'animalité, la sociabilité (1).

J'engage toutes les personnes qui lisent un livre de physiologie à bien se pénétrer de cette distinction entre la physiologie générale et la physiologie spéciale. Comme, dans la phase que traverse en ce moment la biologie, les notions de la saine méthode sont continuellement mises en oubli, et que des conceptions non systématisées ou mal systématisées y entrent de tous les côtés, il importe de tirer le meilleur parti des matériaux souvent excellents qui sont ainsi offerts sans véritable arrangement. Or, avoir présent à l'esprit ce qui appartient à la physiologie générale et à la physiologie spéciale, c'est tenir à la main un fil conducteur. On peut alors, par un travail qui ne laissera pas que d'être fructueux, recomposer soi-même, sur un plan nouveau, les faits et les théories.

Il ne reste plus, pour avoir une notion complète du domaine de la biologie, qu'à se représenter l'être vivant, non plus abstraitement et en lui-même, mais dans ses rapports avec ce qui l'entoure. Ce qui l'entoure se nomme milieu, et la théorie de ces rapports se nomme théorie des milieux. Corps vivants et milieu sont donc choses inséparables l'une de l'autre, et la première ne peut être conçue ni connue à fond sans la seconde, quoique cependant on puisse concevoir le milieu sans un seul être vivant à ses dépens et par son aide. Blainville est le premier qui ait introduit systématiquement dans la science l'étude des milieux, l'action qu'ils font subir à l'organisme et l'action qu'ils en reçoivent. Ce n'est pas que cette notion ait jamais été méconnue. Hippocrate l'avait déjà formulée, comme tant d'autres aperçus qui le frappaient, sans qu'il pût les suivre bien loin, dans ce passage caractéristique d'un de ses livres : « Je pense que c'est par la médecine seule qu'on arrivera à quelques connaissances positives sur la nature humaine, mais à condition d'embrasser la médecine même dans sa véritable généralité; et ainsi je crois fermement que tout médecin doit étudier la nature humaine, et rechercher soigneusement quels sont les rapports de l'homme avec ses aliments, avec ses boissons, avec tout son genre de vie, et quelles influences chaque chose exerce sur chacun (2). » Et il a fait lui-même de cette vue une très belle application dans son livre *Des eaux, des airs et des lieux*, où il entame avec tant de vigueur la doctrine des climats. Depuis, l'hygiène surtout, la médecine légale, la médecine proprement dite, ont réuni des matériaux précieux auxquels Blainville a désormais assigné un rôle essentiel dans la constitution de la

(1) J'emprunte tout cela, comme je l'ai dit plus haut, aux *Tableaux d'anatomie* de M. Ch. Robin.

(2) *Œuvres complètes d'Hippocrate : De l'ancienne médecine*, t. Ier, p. 621.

biologie. Mais, ainsi que le fait observer M. Segond, le milieu se compose de deux parts, l'une physico-chimique, l'autre sociale (la société étant un agent très puissant à modifier les individus). « Parmi les conditions extérieures des corps vivants, dit-il, les unes, plus permanentes, plus générales, sont de l'ordre physique ou mécanique; c'est par elles évidemment qu'il faut débuter. La pesanteur, la pression exercée sur l'organisme, le mouvement et le repos, la chaleur, l'électricité, la lumière, le son, seront successivement étudiés par rapport à l'ensemble des êtres vivants. Viennent ensuite les conditions de l'ordre chimique, qui, réduites à ce qu'il y a de plus général, comprennent l'étude biologique de l'eau et de l'air. Mais, pour que ce second ordre de considérations puisse généralement servir de base à l'hygiène et à la thérapeutique, il sera nécessaire d'étendre l'analyse à toutes les matières solides, liquides et gazeuses, qui peuvent être en relation avec l'organisme et procéder des substances minérales les plus simples aux composés organiques les plus complexes. Deux points de vue essentiels distinguent les deux premières parties de la science des milieux : c'est que, pour les phénomènes mécaniques, le rapport est exprimé simplement par une modification de l'être vivant, tandis que, dans les phénomènes de l'ordre chimique, le changement d'état de l'organisme est suivi, dans la plupart des cas, d'une modification correspondante de l'agent. Vient enfin la troisième partie, dans laquelle le rapport exprime au plus haut degré la réaction de l'être vivant sur le milieu lui-même. Je veux parler des conditions extérieures de l'ordre social, qui, tout en étant primitivement subordonnées en partie à l'état biologique des êtres vivants, tendent néanmoins à constituer, à l'égard de ces êtres, un milieu des plus actifs (1). »

La théorie des milieux, partie intégrante de la biologie, implique la connaissance de ces milieux ; et l'on voit aussitôt que, de ce côté, la science des corps vivants ne peut procéder sans une étude approfondie de l'ensemble des corps inorganiques, ou cosmologie; mais une vue aussi étroite d'une subordination aussi importante ne suffit pas; et c'est sur une connexion plus intime que doit être établie cette grande notion qui place hiérarchiquement la biologie après la cosmologie, vivifie tout notre savoir, et est la base assurée de la vraie philosophie. On peut l'établir, soit en remontant de la biologie vers les sciences antérieures, soit en descendant des sciences antérieures vers la biologie. Cette dernière méthode nous met plus près de la filiation historique et de l'ordre même suivant lequel se sont développées les sciences. L'autre, tout exceptionnelle, me paraît davantage appropriée à cette préface, qui est plus particulièrement destinée à venir sous les yeux de médecins et d'étudiants en médecine. Par un vice du système d'instruction, vice qui pendant

(1) A. Segond, *Histoire et systématisation de la biologie*. Paris, 1851, p. 124.

longtemps n'a été imputable à personne, mais qui ne peut plus se prolonger sans faire le plus grand tort et à ceux qui enseignent, et à ceux qui sont enseignés; par un tel vice, dis-je, on est placé tout d'abord au cœur de la biologie; et, cela étant, il est plus facile de voir de là ce qu'il faut faire pour se compléter, que de prendre un point de départ moins connu, quoique plus rationnel.

Le fait le plus général de la vie est la nutrition, c'est-à-dire le mouvement de composition et de décomposition. La végétalité entière ne présente rien de plus; et, dans l'animalité, les propriétés supérieures de contractilité et de sensibilité ne sont possibles que sur ce fondement commun de tout organisme. Or, cette nutrition, cette composition ou décomposition continue, qu'est-ce autre chose qu'un acte chimique accompli sous la présidence de la force vitale? Il est donc absolument impossible de pénétrer un peu avant dans la connaissance de la nutrition ou vie végétative, si la chimie ne vient donner la clef de ce domaine réservé; domaine véritablement réservé, car il ne s'est ouvert que depuis bien peu de temps; et, avant le moment marqué par l'évolution générale de l'humanité, les esprits les plus pénétrants n'ont pu rien découvrir dans cette mystérieuse officine des corps vivants. Cela seul suffit à prouver l'indispensable coopération de la chimie à l'explication des problèmes biologiques. Tant que la chimie n'existe pas ou n'est que rudimentaire, la vie végétative est lettre close pour les hommes les plus habiles; mais, quand la chimie apparaît enfin dans le domaine scientifique, aussitôt des esprits, qu'on n'a aucune raison de supposer intrinsèquement supérieurs à leurs devanciers, pénètrent, découvrent, avancent et font tout à coup ce qui antérieurement avait été impossible à faire.

Et la chimie, à son tour, qu'est-ce? Devons-nous la considérer comme quelque chose d'indépendant et qui puisse subsister par soi-même? Prête-t-elle à la biologie sans emprunter elle-même ailleurs? Non sans doute; et, si la biologie ne peut subsister sans chimie, la chimie, de son côté, ne peut subsister sans physique. Appliquez, en effet, le même raisonnement que tout à l'heure, et, pour juger à quelles conditions la chimie a pu se développer, examinez quand elle s'est développée effectivement. Vous verrez que toute l'antiquité a complétement ignoré cette science; nulle trace ne s'en découvre alors; les hommes ont des arts chimiques, puisqu'ils fabriquent des métaux, préparent des couleurs, teignent des étoffes; mais ils n'ont pas de chimie; leur attention ne s'est pas portée sur ces phénomènes, et ils n'en ont essayé aucune théorie. Plus tard, et lorsque le christianisme commença de se substituer insensiblement au paganisme, l'art hermétique naquit, et, captivant les esprits curieux par des espérances chimériques et des idées fautives, suscita des labeurs considérables et d'incroyables recherches. Ce fut pendant tout le moyen âge, sous le nom d'alchimie, une préoccupation constante

de s'essayer à la transmutation des métaux, de fondre et refondre dans des creusets toujours allumés les substances les plus diverses, et d'étudier ce qui s'y passait. Personne n'ignore que ce long travail de plusieurs siècles ne resta pas sans récompense, et que l'alchimie, malgré tout ce qu'on peut dire avec raison contre elle, est un des points essentiels par lesquels le moyen âge l'emporte sur l'antiquité ; car, lorsqu'on laisse de côté les préjugés classiques, qui n'est surpris de trouver tant et de si belles choses inconnues aux anciens et connues de cette époque qui, aux yeux de l'observateur impartial, forme un véritable intermédiaire entre la culture ancienne et la culture moderne ? Toutefois, quelque utile qu'ait été cette préparation, l'alchimie n'est pas la chimie, et l'on aurait continué à tourner dans des théories illusoires et purement subjectives, et à recueillir avec plus ou moins de chance d'heureuses trouvailles, mais toujours sans lien, si dans l'intervalle un grand progrès ne s'était accompli au sein du savoir général. La physique avait été créée ; dès lors l'alchimie laissa tomber peu à peu ses chimères, les notions positives y pénétrèrent de toutes parts, et, quand le moment fut venu, des hommes de génie, à la fin du dix-huitième siècle, firent décidément entrer la composition et la décomposition moléculaires dans le domaine de la science. Ce que l'histoire dit, la réflexion le dit aussi. Que serait en effet la chimie sans les secours que lui fournissent les connaissances sur la pesanteur, sur la chaleur, sur l'électricité, sur la lumière ? Ces deux sciences, on le voit, ont une adhérence intime de la même nature que celle de la biologie avec la chimie.

Il est facile d'étendre le même raisonnement à la physique. Elle aussi, si elle est indépendante de la chimie, science postérieure, est dépendante de l'astronomie et de la mathématique, sciences antérieures. L'astronomie lui est nécessaire pour la grande théorie de la gravitation universelle, dont la pesanteur terrestre n'est qu'un cas particulier ; elle lui est nécessaire aussi pour la théorie de la lumière. La mathématique y intervient de son côté avec une grande puissance ; elle y trouve une ample application ; et, partout où le calcul peut pénétrer, la physique prend une sûreté et une généralité admirables. Là on reconnaît, sans aucun doute possible, que le développement d'une science donnée est sous la dépendance étroite de la science qui la précède immédiatement dans l'échelle. Quand les géomètres grecs étudiaient avec tant d'éclat les sections coniques ; quand Descartes, introduisant l'algèbre dans les questions géométriques, créait la géométrie générale ; quand enfin l'analyse prenait son plus haut essor, tout cela, outre son utilité directe pour la spéculation mathématique, avait son emploi prochain dans la physique, tellement que celle-ci ne pouvait cheminer si celle-là n'avait pas accompli des travaux, en apparence définitifs, mais véritablement préparatoires à des notions plus difficiles et plus compliquées. Remarquez encore ici que l'enchaînement historique ne parle pas autrement que

l'enchaînement rationnel, et que la physique n'a suivi que de bien loin dans l'histoire la mathématique et l'astronomie.

Enfin nous arrivons aux sciences relativement simples, et, pour cette raison, tout à fait antiques. Cependant il y a encore une hiérarchie entre elles deux, une dépendance qui fait que l'une se subordonne à l'autre. Sans mathématique, l'astronomie n'est qu'une collection d'observations isolées et de remarques empiriques sur les phénomènes célestes; mais, dès que la mathématique s'y introduit, tout change de face, les observations se groupent, les théories se forment, la prévision commence. Il y a, dans cette grande application de la mathématique à l'astronomie, deux phases principales à distinguer, la phase antique et la phase moderne. Dans l'antiquité, le mécanisme céleste est complétement ignoré, et toute l'astronomie s'y réduit à un problème de géométrie, provisoirement, mais, on peut le dire, admirablement résolu par le génie grec à l'aide d'hypothèses ingénieuses et d'observations approximatives. Dans l'âge moderne, le mécanisme céleste est pénétré, et l'astronomie se transforme en un problème de mécanique qui a occupé les plus puissants esprits, et dont la solution a été poussée fort loin. Ainsi l'astronomie elle-même, qui prête un si grand appui, soit immédiat, soit logique, aux sciences subséquentes, ne peut se développer si elle n'est pas précédée par une science plus simple et plus générale.

Nous voilà donc arrivés au premier échelon du savoir humain, à la science qui est réellement indépendante de toutes les autres, et qui leur prête à toutes, soit immédiatement, soit médiatement, je veux dire la mathématique. Elle est la plus ancienne, car nulle n'a pu se développer qu'elle ne fût développée; elle est la plus simple, car l'esprit humain, dès son enfance, a pu s'y appliquer et y faire des progrès; elle est la plus indépendante, car elle s'occupe des phénomènes les plus généraux, les nombres, les formes et les mouvements. Personne, je pense, ne se méprendra sur le sens de mes paroles, et ne m'accusera de préconiser pour cette science une culture exclusive et isolée: c'est à un but directement contraire que je tends. En faisant voir qu'elle est le premier degré du savoir humain, je montre suffisamment qu'il ne faut pas s'arrêter à ce degré, que ce serait puéril au propre et au figuré, qu'elle n'est qu'une partie d'un grand ensemble, et qu'aujourd'hui, où cet ensemble commence à être entrevu, il est absolument indispensable de l'y rattacher.

Si je me suis fait comprendre, la biologie apparaît maintenant comme le point culminant d'une série dont les termes deviennent de plus en plus compliqués. Les quatre premiers termes, mathématique, astronomie, physique et chimie, renferment toute la connaissance du monde inorganique; la biologie entame celle du monde organique; je dis *entame*, car nous verrons tout à l'heure que, pour la compléter, il faut joindre à la biologie une sixième et dernière science qui les résume et absorbe toutes, et qui leur donne leur unité

définitive. Le monde organique est dans une dépendance étroite à l'égard du monde inorganique; de son côté, le monde inorganique forme un tout cohérent qu'on ne peut embrasser si l'on n'en approfondit pas les quatre parties constituantes. Ainsi commence à se montrer le lien philosophique qui enchaîne nos sciences l'une à l'autre. Si les supérieures ne peuvent subsister sans le secours des inférieures, à leur tour les inférieures ne peuvent être considérées que comme une préparation aux supérieures.

Au point de vue où nous venons de nous placer, c'est-à-dire à ce point de vue duquel on aperçoit la connexion intime des sciences, leur hiérarchie naturelle et leur tendance à ne former qu'une seule et unique science, il est important de revoir rapidement l'histoire de la biologie. S'il en est comme nous avons dit, si les sciences inférieures ne sont que la préparation aux supérieures, si les supérieures ne peuvent se développer sans les inférieures, si chacune, non pas sans doute à son heure, mais du moins à son siècle, s'enchâsse à côté de la précédente et indique ainsi l'ensemble, l'histoire doit en porter le témoignage; et, comme la biologie est une de celles dont l'enfance a été la plus longue, une de celles dont la constitution est arrivée le plus tardivement, on a là un vaste champ pour juger les théories historiques, et, après les avoir jugées, en retirer le précieux enseignement qu'elles comportent.

Chacun sait que l'art médical a partout précédé la biologie. Chez les peuples les plus grossiers, où aucune spéculation scientifique n'est encore née, on trouve cependant des pratiques médicales et chirurgicales qui, quelque rudimentaires qu'elles soient, n'en constituent pas moins une ébauche de l'art de traiter les maladies. C'est sur cet art primitif que naît peu à peu la science biologique; ce fait en reporte les premiers essais à une haute antiquité. En effet, d'une part les médecins des plus vieilles écoles grecques, et d'autre part les philosophes qui s'occupaient de la nature en général, abordèrent la science de la vie. Je laisse de côté les théories qui prévalurent: elles furent toutes empruntées à une philosophie qui essayait d'expliquer la vie par les mêmes spéculations qui lui servaient à expliquer le monde en général; et je viens tout de suite aux travaux positifs qui commencèrent l'œuvre si longue de la fondation biologique. Suivant moi, on aperçoit trois périodes dans l'histoire préparatoire de la biologie: l'une est statique ou anatomique, ne pénètre pas dans le mécanisme des fonctions et s'étend depuis la plus haute antiquité jusqu'à Harvey; l'autre fait de grands progrès dans la connaissance du jeu des organes, et va de Harvey à Bichat; la troisième, enfin, fonde la biologie en rattachant directement les propriétés organiques aux tissus élémentaires; elle commence à Bichat, dure encore et durera jusqu'à ce que la biologie, incorporée dans le système général de la science, prenne, non pas de nouvelles méthodes, mais un nouvel esprit et de plus sûres directions.

La première période est de beaucoup la plus longue ; c'est qu'en effet la biologie, appartenant dans la hiérarchie scientifique à l'avant-dernier échelon, a eu besoin que tous les développements préparatoires fussent terminés, et que les premiers échelons eussent été franchis. Pour l'Antiquité, quatre noms donnent une idée suffisante de tout le travail biologique : ces noms sont Hippocrate, Aristote, l'Ecole d'Alexandrie et Galien. Hippocrate et les hippocratiques n'ont qu'une idée très imparfaite de la structure des corps vivants ; toutefois on leur doit de brillants aperçus sur l'influence des milieux : le traité *Des eaux, des airs et des lieux* est un très remarquable monument de leur génie biologique. Aristote a bien plus de connaissances anatomiques ; et surtout son génie encyclopédique, aidé des grands moyens d'étude que lui fournit Alexandre, lui suggéra une coordination générale des animaux, fondée sur l'étude des analogies et des différences dans les parties que l'observation pouvait alors atteindre. De plus, il faut indiquer ici qu'Aristote a également très bien saisi la subordination des facultés supérieures aux inférieures, en remarquant que sans nutrition il n'y a point de sensibilité, et que la nutrition est séparée de la sensibilité dans les plantes (*Traité de l'âme*, II, 3). L'Ecole d'Alexandrie s'immortalisa par les travaux anatomiques : les os, les muscles, les nerfs, les viscères furent étudiés avec un grand succès, et l'histoire n'oubliera jamais les noms d'Erasistrate et d'Hérophile, quoique leurs livres aient péri. Galien se chargea de refondre et de rassembler toutes les recherches faites avant lui ; et, s'acquittant de cette grande tâche avec une véritable supériorité, il nous a laissé, si je puis dire ainsi, le testament biologique de l'antiquité ; son ouvrage de l'*Usage des parties*, et celui des *Lieux affectés* attestent des connaissances très étendues, et font le plus grand honneur aux hommes éminents qui pendant plusieurs siècles amassèrent avec patience, avec sagacité, avec génie tant d'utiles matériaux. Mais ce ne sont encore que des matériaux. Voyez en effet tout ce qui manque : on ne sait ni comment le sang chemine, ni comment le poumon respire, ni comment la digestion s'opère, ni les lois qui régissent les nerfs, la moelle épinière, le cerveau, ni les sécrétions, ni la fécondation. Tout se réduit, comme je l'ai dit, à des notions préliminaires sur la conformation des organes et sur leurs fonctions ; car, en beaucoup de cas, même sans une anatomie bien exacte, les anciens ont pu déterminer les agents qu'ils connaissaient imparfaitement, par les usages qu'ils connaissaient mieux : c'est ainsi qu'ils savaient que l'estomac digère, que le foie fait la bile, que le poumon respire, que le larynx est l'organe du son, que le cerveau pense, etc. Le moyen âge, soit musulman, soit chrétien, ne fit guère que conserver et transmettre la science antique. Des esprits puissants, tels qu'Averrhoès et Avicenne, refirent, pour l'usage de leur temps, le travail de Galien ; mais ils n'y ajoutèrent rien de bien essentiel. Au seizième

siècle, Vésale reprit les recherches anatomiques indépendantes, et il devint le point de départ d'une active investigation qui produisit les fruits les plus heureux. L'anatomie avança beaucoup; mais, au fond, l'état de la biologie changea peu, et elle resta privée de doctrines qui fussent à elle en propre. Il n'est personne qui ne reconnaisse toute l'imperfection de cette science jusqu'au moment où s'arrête la première période; et aussi, en parallèle, que voyons-nous dans le vaste domaine scientifique? La mathématique et l'astronomie qui sont constituées, l'alchimie qui absorbe le moyen âge, et la physique qui vient de commencer avec Galilée. Si la biologie reste rudimentaire, c'est que les connaissances qui doivent lui servir de degrés ne sont pas encore venues à point.

Harvey inaugure merveilleusement la seconde période: c'est celle où l'on entre avec succès dans l'étude du mécanisme par lequel les fonctions s'exécutent; et la circulation du sang est un pas décisif dans cette carrière. Bientôt on reconnaît le mouvement de la lymphe et celui du chyle. La fécondation est étudiée; les plantes sont classées; l'anatomie comparée se développe; l'irritabilité est démontrée, et, quoique rien encore ne semble annoncer le prochain avénement d'une doctrine biologique, cependant il est clair que les découvertes se pressent, que les lacunes se comblent, et que de plus en plus l'esprit humain s'essaie à saisir l'ensemble de cette vaste science. Manifestement, ses moyens deviennent plus puissants, ses recherches plus précises, son induction plus rigoureuse. Il est bien autrement exercé qu'il n'était jadis dans cette logique qui appartient aux sciences positives. Qu'est-il donc advenu qui ait ainsi accru son pouvoir et ses forces? La mathématique et l'astronomie ont fait des progrès immenses; la physique a pris tout son développement; et enfin la chimie, si longuement préparée, vient d'éclore et d'illuminer de ses lumières tout l'horizon scientifique. Faut-il s'étonner si la biologie grandit aussi de son côté, si elle ressent l'influence de ces puissants secours, et si l'intelligence générale, ainsi exercée aux problèmes de plus en plus compliqués de la mathématique, de l'astronomie, de la physique et de la chimie, aborde avec plus de sûreté les problèmes encore plus compliqués de la biologie?

La troisième période constitue les bases même de la science. Rien certes n'est plus beau que cette grande conception de Bichat, qui attribue aux éléments leur propriété spécifique, et détermine les forces véritablement vitales et définitivement irréductibles aux forces inorganiques. Cette fondation décisive a suivi de peu l'intronisation de la chimie; tant la logique inductive avait acquis de puissance! Au jour où l'on a eu une anatomie générale, on a eu une physiologie générale; au jour où cette double généralité a été établie, la biologie, cessant d'être rudimentaire et fragmentaire, a formé un ensemble et a eu une doctrine.

Ainsi l'histoire confirme pleinement les nécessités intrinsèques que nous avions reconnues dans l'évolution successive des sciences. Elles se sont réellement développées comme elles devaient se développer, et ce développement, ainsi observé dans le long cours des siècles, est la meilleure leçon de philosophie qui se puisse donner. Au reste, cette propriété fondamentale qui assujettit la biologie à ne venir qu'après les quatre sciences plus simples et plus générales a été représentée par M. Comte d'une façon très abstraite, mais très énergique, et je ne résiste pas au désir de citer ce passage remarquable : « Les lois cosmologiques (mathématique, astronomie, physique, chimie) sont indépendantes des lois biologiques, qui n'y apportent que des modifications secondaires, presque toujours négligeables envers le milieu inerte, quoique indispensables à l'être vivant. Au contraire, l'existence organique se trouve intimement subordonnée à l'existence inorganique, même planétaire; de sorte que quelques changements fort simples dans la constitution d'un astre empêchent d'y concevoir la vie. La généralité supérieure des lois cosmologiques est encore plus évidente, puisque les corps qu'elles régissent exclusivement prédominent au point de sembler réduire la vitalité à une sorte d'exception. Sur notre propre planète, la seule où nous puissions connaître les lois biologiques, la vie n'est possible que dans les couches superficielles; et, même là, la masse totale des êtres correspondants ne constitue qu'une petite fraction de la masse inerte. Ainsi, sous l'aspect scientifique, l'étude positive de la biologie exige une profonde connaissance générale de la cosmologie, dont les principales lois dominent toujours les diverses fonctions vitales. La subordination logique est encore moins contestable, puisque la simplicité des phénomènes organiques, suite nécessaire de leur généralité, les rend seuls propres à l'élaboration fondamentale de la méthode universelle (1). »

La méthode universelle, c'est là en effet le but vers lequel marchent les sciences, instinctivement d'abord, comme leur histoire le prouve, et sans aucune notion claire de l'avenir qui les attend; mais dorénavant, comme leur histoire le prouve aussi, avec un sentiment croissant de leur universalité. Déjà, à la fin du dernier siècle, ce sentiment était tellement fort qu'il suggéra la création de l'Ecole polytechnique, où les sciences s'emparèrent de tout le monde inorganique. Là, pour la première fois, mathématique, astronomie, physique, chimie formèrent un tout cohérent, conformément à leur véritable arrangement hiérarchique. A la vérité, ce n'était qu'un tronçon; mais ce tronçon ne pouvait pas tarder à s'allonger par son extrémité supérieure. Je viens de montrer que la biologie en est le prolongement naturel; et dès lors on voit quelle part immense des êtres et de leurs lois est embrassée par un pareil système de connaissances. Du monde inorganique on passe au règne de

(1) *Système de politique positive*, t. Ier, p. 444.

la vie, et l'on y passe régulièrement par un enchaînement qui n'a rien de fortuit ou d'arbitraire. Si, il y a vingt-cinq ou trente ans, des savants aussi philosophes que ceux qui fondèrent l'Ecole polytechnique avaient reçu mission de la société et du gouvernement de former, à un niveau plus élevé, un établissement analogue, ils n'auraient pas manqué d'y introduire la biologie comme complément et couronnement du primitif enseignement, et de donner ainsi aux études une généralité bien supérieure, mais non encore définitive. En effet, ce terme est maintenant dépassé; ce que je représente comme un progrès pour vingt-cinq ou trente ans en deçà de nous, serait aujourd'hui en arrière du développement effectif, et la lacune que cette hypothèse comporte encore peut être comblée.

Quiconque suit d'un œil attentif la série ascendante des cinq sciences ainsi échelonnées, et le resserrement progressif des parties en friche du savoir humain, apercevra de lui-même en quoi consiste cette lacune. Après le monde inorganique, après le monde organique, il ne reste plus qu'une seule catégorie de phénomènes naturels, ce sont les phénomènes historiques ou sociaux. Il était réservé à notre époque et à un profond penseur que j'ai déjà eu occasion de citer (1), d'en trouver la théorie abstraite, c'est-à-dire de reconnaître, puisque l'histoire est justement un développement, une évolution, le rapport de filiation qui enchaîne les uns aux autres les différents états sociaux de l'humanité. A des esprits cultivés par l'étude d'une science positive, il est une démonstration de ce fait capital qu'il est toujours possible de donner: c'est l'histoire de cette science même avec laquelle ils sont familiers. Pour celle-là, ils savent pertinemment qu'elle a eu de faibles commencements, qu'elle a grandi peu à peu et enfin qu'elle a atteint le point actuel, gage certain de progrès futurs; ils savent aussi que ce qui est vrai de la leur est vrai de toutes; ils savent enfin que cet ensemble grandissant de notions marche parallèlement à un avancement de ce qu'on appelle la civilisation. Cette connexité contient la théorie de toute l'histoire, et en fournit la démonstration permanente.

Pourquoi la science sociale a-t-elle été si tardive? C'est qu'elle est subordonnée à la biologie, et, par la biologie, au système total des sciences inférieures. S'il est important pour la biologie de connaître la dépendance où la biologie est des lois cosmologiques, il ne l'est pas moins de connaître la dépendance où cette même biologie tient la science sociale ou sociologie. Ce sont deux dépendances connexes et qui fixent de la façon la plus lumineuse la place de la science des êtres vivants. Il suffit d'arrêter le moins du monde l'attention du lecteur pour qu'il conçoive l'impossibilité de toute théorie historique en l'absence d'une théorie biologique. Les lois des phénomènes sociaux sont plus

(1) M. Auguste Comte.

particulières que celles des phénomènes vitaux. Il n'y a point de société s'il n'y a point de vie, et par conséquent point de notion de l'état social sans une notion préalable de l'état vital.

La biologie n'est donc pas quelque chose d'isolé; elle reçoit et elle donne; elle est appuyée et elle appuie. A ce terme, qui est le terme réel, qu'est-ce que la biologie? Un fragment d'une science générale, une partie intégrante de la méthode universelle, un des six éléments de la philosophie réelle. Les six sciences forment le tout de notre savoir abstrait. Ainsi rangées et engrenées, elles atteignent leur unité, et cette unité, à son tour, devient la philosophie de chacune; philosophie sans laquelle chacune, en effet, ne pourrait plus satisfaire aux exigences d'une situation devenue plus complexe, d'une société devenue plus solidaire, d'une civilisation devenue plus généralisatrice.

Il n'est pas rare d'entendre dire à des gens du monde surtout, mais parfois aussi à des médecins, que la médecine n'a eu aucun progrès depuis Hippocrate jusqu'à nos jours, et que cet art est resté stationnaire. C'est un paradoxe suggéré par une admiration aveugle de l'antiquité. Sans parler des acquisitions nombreuses et importantes qui ont été faites, soit dans le domaine pharmaceutique, soit dans les procédés opératoires, il est un fait qui tranche la question d'une façon péremptoire, c'est le progrès de la biologie; celui-là n'est pas contestable. Or, plus la biologie se développe, plus elle exerce d'influence sur la pathologie, qui se rapproche ainsi progressivement de son véritable point de vue et de sa constitution normale. Pour que la pathologie antique valût la pathologie moderne, il faudrait que la biologie antique fût au niveau de la nôtre. On peut, sans beaucoup se tromper, mesurer la distance des deux pathologies par la distance des deux biologies.

Ce fut un mémorable effort de l'esprit de généralisation que celui qui définitivement subordonna la pathologie à la science abstraite de la vie. Cet effort s'accomplit dans le premier quart du XIXe siècle, et déjà, tant une pareille élaboration se trouvait en conformité avec les besoins de l'intelligence, et déjà la nouvelle génération médicale, pleinement imbue d'une aussi salutaire doctrine, se doute à peine de ce qu'il fallut de vigueur et de génie pour la faire triompher. Avant cette mémorable époque, l'état de maladie était, d'une façon générale, conçu comme indépendant de l'état de santé. Je rappellerai particulièrement la théorie des fièvres, qu'on appelait essentielles, justement parce qu'on leur supposait une essence propre; conception que Broussais avec tant de profondeur critique caractérisa du nom d'entité. Dans la saine notion que ce grand homme se faisait de la maladie, il se hâta de réaliser en une hypothèse hardie la théorie des fièvres, et il en plaça le siége dans le tube intestinal. Sans doute, devant les recherches suscitées par cette hypothèse si scientifique, puisqu'elle était si vérifiable, il fut impossible de maintenir que les fièvres eussent leur point de départ dans la membrane

queuse du canal digestif; mais il en résulta simultanément que ces maladies n'étaient pas quelque chose d'essentiel, et qu'elles avaient leurs conditions dans des lésions déterminées de l'organisme. Dès lors fut fondée la grande théorie qui ne fait de la pathologie qu'un cas particulier de la physiologie.

Cela posé, on conçoit sans aucune peine l'avortement inévitable de tous les systèmes médicaux qui se sont succédé jusqu'à nos jours. En vain des esprits énergiques ont-ils, dans le long cours du temps et à des points de vue très différents, essayé de théoriser la pathologie; toujours l'échafaudage s'est détruit par le travail incessant qui en ruinait les appuis transitoires. Et pouvait-il en être autrement, puisqu'au fond la pathologie dépend directement de la physiologie, et que celle-ci n'était pas encore fondée? On travaillait donc inutilement, du moins quant au but que l'on se proposait; et aujourd'hui il n'est plus possible de considérer ces systèmes que comme des exercices de l'esprit cherchant une généralité qui lui échappait nécessairement, et comme des traces laissées par le développement successif des autres notions positives. Le terme idéal de la pathologie est de s'assimiler en tout et partout à une expérience de physiologie. Plus les systèmes sont éloignés de cet idéal, plus ils sont rudimentaires et imparfaits; plus ils s'en rapprochent, plus leurs qualités augmentent. Là est le critérium successif de toute l'histoire de la médecine.

En définitive, la biologie, considérée au point de vue de la philosophie, se place entre les sciences inorganiques et la science sociale; considérée au point de vue de l'enseignement général, fait partie d'un tout systématique qu'il n'est pas permis de scinder; enfin, considérée au point de vue médical, est la base de toute la pathologie.

J'ai revu avec une grande attention la très bonne traduction de M. Jourdan, et j'en ai fait disparaître quelques imperfections qui avaient inévitablement échappé pendant un si long travail. De plus, la même raison qui avait décidé le traducteur à joindre des notes au livre de M. Mueller m'a décidé aussi à compléter ces additions. On en comprendra la nécessité en se rappelant que la traduction a paru en 1845, et que depuis lors des faits importants ont enrichi la physiologie. Les notes de M. Littré ont porté principalement : Sur l'irrationalité de la conception du fluide nerveux, I, 23. — Sur l'analyse directe des matières ou des liquides organiques, I, 113. — Sur la force excitante du sang veineux, I, 114. — Sur la communication directe entre la veine porte et la veine cave, I, 149. — Sur une nouvelle méthode d'estimer la vitesse du sang, I, 150, et I, 610. — De la contractilité des petites artères, I, 166. — De l'innocuité du curare dans l'estomac, et de l'empoisonnement par la rencontre de deux substances, isolément innocentes, I, 193. —

Des métaux contenus normalement dans le sang, I, 218. — Du dosage de l'acide carbonique dans l'air expiré, et de la chaleur qui se produit, I, 255. — Recherches sur la respiration, par MM. Regnault et Reiset, I, 264. — De la persistance du travail nutritif dans les parties après la section du nerf sciatique, I, 303.—De deux nouvelles espèces d'éléments anatomiques qui se trouvent dans le canal médullaire des os, I, 341. — Sur les glandes de la peau et sur une nouvelle manière d'envisager la sueur, I, 351. — Du développement des éléments anatomiques de la mamelle, I, 357. — De la salive mixte, de la non-existence de la diastase salivaire, et d'une nouvelle classification des glandes salivaires, I, 448. — Du suc gastrique et de la non-assimilation directe du sucre de canne, qui doit être préalablement transformé en glucose, I, 473. — De la fonction propre du pancréas (il émulsionne les graisses), I, 481. — Des propriétés du suc intestinal, 1, 483. — De la contractilité de la rate, I, 505. — De la structure des corps surrénaux, I, 509. — Des glandes sanguines et des appareils portes, I, 511. — De l'influence de la nutrition, l'exercice et les maladies sur l'exhalation gazeuse, I, 515. — De l'importance de l'urée, et d'un singulier rapport empirique entre la quantité de l'urée et la densité de l'urine, I, 527. — De l'acide hippurique dans l'urine et dans le sang, I, 531. — Des changements que la nourriture fait éprouver au sang, I, 536. — De la découverte d'une nouvelle fonction du foie, et théorie du sucre dans l'économie; on rend à volonté l'urine sucrée, I, 538. — De la terminaison des tubes nerveux, I, 556. — Résumé des travaux récents sur les nerfs et les ganglions, I, 563. — Sur l'éthérisation, I, 588. — De l'influence des parties nerveuses sur les mouvements du cœur, I, 610, et II, 71. — Des fonctions du nerf spinal, qui est moteur de l'appareil vocal, I, 611.—Du tournoiement consécutif à l'arrachement du nerf facial, I, 615. — De l'influence de l'échauffement et du refroidissement des nerfs sur leur pouvoir conducteur, I, 635. — De la sensibilité récurrente, I, 672, et II, 55. — De l'influence du nerf facial sur l'audition et sur la gustation; de la fonction de la corde du tympan, I, 723. — La transmission, par la moelle épinière, est-elle directe ou croisée? I, 745. — Du tournoiement après la lésion des pédoncules cérébelleux, I, 789. — Sur la présence normale de l'urée dans le sang de bœuf, I, 791. — Sur la circulation hépatico-rénale, I, 792. — De la contractilité du derme par l'électricité, II, 25. — Que les fibres musculaires ne se froncent pas en se contractant, II, 38. — De la lassitude, II, 41. — Qu'un muscle contracté n'est pas dur, II, 44. — De l'influence de l'électro-magnétisme et de la foudre sur la durée de la rigidité cadavérique, II, 44. — De la possibilité de remplacer, dans l'atrophie due à la cessation de l'influence nerveuse, cette influence par l'électricité, II, 54. — De la contraction induite et de la sensibilité récurrente, II, 55. — De la force des muscles, II, 62.

— De la galvanisation localisée, II, 64. — La voix de poitrine et la voix de fausset doivent être rapportées chacune à un instrument spécial, II, 184 et 200. — De la voix sombrée, II, 201. — Du nasillement, II, 202. — De la pureté des sons, II, 205. — De l'organe auquel il faut rapporter les sons aigus de la première partie du hennissement, II, 231. — Importance du larynx supérieur, II, 236. — De l'organe de Jacobson, II, 477. — Classification des dix-huit fonctions intérieures du cerveau, ou tableau systématique de l'âme, II, 541. — De l'hypnotisme, ou somnambulisme artificiel, II, 568. — La muqueuse utérine est caduque normalement, II, 716. — Le *gubernaculum testis* est un muscle, II, 762. — Profondes modifications apportées à la théorie de Schwann sur la cellule, II, 774. — Des signes de la mort, II, 784. — De l'hérédité, II, 799.

Juillet 1851. É. LITTRÉ.

AVERTISSEMENT DU TRADUCTEUR.

Les temps ne sont plus où l'on avait besoin de recommander l'étude de la physiologie. Jadis on n'avait peut-être pas tout à fait tort de la regarder comme le roman des sciences naturelles, et de n'y attacher qu'un assez faible intérêt; car elle manquait réellement de base, les faits n'étant ni assez nombreux, ni observés avec assez de soin pour qu'on pût en déduire des lois générales présentant un caractère, sinon de certitude, au moins de grande probabilité. Aujourd'hui tout le monde s'accorde à voir en elle une des branches les plus importantes de la médecine, de l'histoire générale et de la philosophie. C'est qu'en effet, si elle n'a pas dévoilé tous les mystères dont la nature s'est entourée dans la création et les fonctions des êtres organisés, du moins a-t-elle fait mieux connaître les phénomènes de la vie, en appliquant les procédés de la méthode expérimentale à l'observation des corps vivants, en profitant avec habileté des secours que mettent à sa disposition, d'un côté, la pathologie, qui n'en est, à vrai dire, qu'une branche, de l'autre la physique, la chimie, et surtout la microscopie, dont les développements ont été si grands et si rapides dans ces derniers temps.

La France a produit des hommes qui ont rendu d'éminents services à la physiologie. Loin de nous, assurément, la pensée de contester le mérite des ouvrages qui ont été publiés, dans notre pays, à diverses époques, depuis Bichat; mais nous n'en demeurons pas moins convaincu, et d'ailleurs c'est là l'opinion générale, qu'aucun ne peut être mis en parallèle avec ceux que l'Allemagne offre pour guides aux élèves disséminés dans ses nombreuses universités.

Au premier rang se place l'ouvrage que J. Müller a publié sous le titre trop modeste de *Manuel;* car, si les élèves y puisent une instruction solide, plus d'un maître aussi pourra y trouver des sujets de méditation, des indices propres à le mettre sur la trace d'investigations qui ne se fussent peut-être pas présentées à son esprit. Cet ouvrage, qui compte aujourd'hui quatre éditions, doit son immense succès, moins à la haute position scientifique de l'auteur qu'à ce que celui-ci, tout en se renfermant dans un cadre assez resserré, a su y faire entrer, non seulement les vérités de tous les temps et de tous les pays, la plupart vérifiées et confirmées par ses propres recherches et ses propres expériences, mais encore une foule de faits nombreux, tels qu'on devait en attendre d'un des hommes qui ont le plus contribué de nos jours aux progrès positifs de l'anatomie, de la physiologie et de la zoologie comparées. Personne n'ignore, en effet, que J. Müller a fait des recherches sur la structure des glandes, la composition du sang et la formation de la couenne inflammatoire; qu'il a étudié avec assiduité la structure et les fonctions des diverses parties du système nerveux; qu'on lui doit d'ingénieuses expériences

sur la vision, la voix et l'audition; qu'il a enrichi la science d'importants travaux sur l'anatomie et la physiologie des myxinoïdes et des plagiostomes, et que, dans tous ces sujets, si divers, si variés, il s'est montré à la fois érudit, expérimentateur habile, grand observateur, et logicien sévère.

En faisant passer ce remarquable ouvrage dans notre langue, il n'était pas possible de se réduire au simple rôle de traducteur; car la dernière édition allemande n'ayant été publiée que par parties et à des époques différentes, l'auteur n'avait pu profiter partout des progrès incessants de la science, dont l'émulation de tant d'hommes laborieux, dans tous les pays, tend, pour ainsi dire, chaque jour à changer la face. Il était donc indispensable d'ajouter des notes pour signaler les faits, ou nouveaux, ou modifiés, ou rectifiés.

Pour remplir cette tâche pénible, le traducteur a puisé largement, non seulement dans les *Archives de physiologie* de Müller lui-même, dans le *Répertoire* de Valentin, et dans les principaux ouvrages allemands, anglais et italiens, dont il s'était entouré, et dont il avait fait pour cela une lecture attentive et des extraits substantiels. Il s'est surtout attaché à signaler les travaux récents de nos compatriotes, Becquerel, Cl. Bernard, Blondlot, Bouisson, Boussingault, Brierre de Boismont, Chossat, Diday, Donné, Flourens, Gaudichaud, Lacauchie, Lebert, Letellier, Longet, Payen, Pétrequin, etc., etc., que Müller n'avait pu faire entrer dans son cadre, soit parce qu'ils lui étaient demeurés inconnus, soit parce qu'ils n'ont paru que depuis la publication du *Manuel*.

Il a semblé nécessaire aussi de joindre au chapitre sur la voix un Mémoire que Müller avait publié séparément, avec quatre planches gravées. Cette importante addition jette un grand jour sur une des questions les plus obscures de la physiologie.

Enfin, aux quelques planches que l'auteur avait intercalées dans le texte, et qui d'ailleurs n'ont trait qu'à la vision, à l'audition et à la génération, le traducteur en a ajouté un grand nombre d'autres, qui lui ont paru propres, soit à rendre les démonstrations plus claires, soit à aider la mémoire, et à lui épargner des efforts toujours pénibles lorsqu'il s'agit de descriptions complexes. Les planches nouvelles, à l'exception de quelques unes, ont été copiées sur les originaux eux-mêmes, ce qui est une garantie de leur exactitude.

Ces améliorations ne pourront manquer de contribuer à faire mieux accueillir encore en France le *Manuel de physiologie* de Müller, déjà si incontestablement utile par lui-même; et il n'est pas douteux que ce livre, dans lequel les élèves trouveront le meilleur guide qu'ils puissent choisir, n'obtienne chez nous, comme en Allemagne et en Angleterre, un bon et légitime succès.

Paris, juillet 1845.

A.-J.-L. JOURDAN.

MANUEL
DE PHYSIOLOGIE.

PROLÉGOMÈNES.

La physiologie est la science qui étudie les propriétés des corps organiques, animaux et végétaux, les phénomènes offerts par ces corps, et les lois suivant lesquelles s'accomplissent leurs fonctions.

La première question qui se présente quand on aborde le domaine de cette science, est relative à la différence qui existe entre les corps organiques et les corps inorganiques. Les corps qui offrent les phénomènes de la vie diffèrent-ils, au point de vue de leur composition matérielle, des corps non organiques, dont les propriétés sont du ressort de la physique et de la chimie? Et, comme la différence est très grande entre les phénomènes présentés par les deux règnes, les forces qui déterminent ces phénomènes diffèrent-elles aussi, ou bien les forces de la vie organique ne sont-elles que des modifications des forces physiques et chimiques?

DE LA MATIÈRE ORGANIQUE.

Composition chimique de la matière organique.

Le sentiment, la nutrition, la procréation n'ont point d'analogue parmi les autres phénomènes physiques, et cependant les éléments des corps organiques sont les mêmes que ceux qui entrent dans la composition des corps inorganiques. A la vérité, les corps organiques renferment, à titre de *principes immédiats*, des substances qui ne sont propres qu'à eux, et que l'art du chimiste ne saurait produire par aucun procédé, comme l'albumine, la fibrine, etc.; mais tous ces corps, lorsqu'on les soumet à l'analyse chimique, se réduisent en éléments des corps inorganiques.

Dans les végétaux, les principes constituants les plus essentiels sont le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. L'azote est moins commun. On rencontre aussi, en plus ou moins grande abondance, du phosphore ou du soufre, l'un et l'autre principalement dans l'albumine végétale et le gluten, mais surtout chez les plantes tétradynames, où ils sont accompagnés d'azote. On trouve encore du potassium et du calcium (qui sont répandus presque partout), du sodium (qui existe surtout dans les plantes marines), de l'aluminium, du silicium et du magnésium (qui sont rares),

du fer et du manganèse (qui sont communs), du chlore, de l'iode et du brome (ces deux derniers surtout dans les plantes marines (1).

Ces diverses substances, à l'exception de l'aluminium, se retrouvent dans le règne animal. Ici le sodium est plus commun et le potassium plus rare que chez les végétaux. Quelques animaux marins renferment de l'iode et du brome. Les éléments du corps de l'homme et des animaux supérieurs sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le soufre (surtout dans les poils, l'albumine et la matière cérébrale), le phosphore (principalement dans les os, les dents et le cerveau), le chlore, le fluor (surtout dans les os et les dents), le potassium, le sodium, le calcium, et le magnésium (spécialement dans les os et les dents), le manganèse et le silicium (dans les poils), enfin le fer (principalement dans le sang, le pigment noir et le cristallin) (2).

La première différence entre les corps inorganiques et les corps organiques se rapporte donc au nombre des substances élémentaires : tous les éléments des uns n'entrent pas dans la composition des autres ; plusieurs sont même nuisibles à la vie.

Le mode de combinaison des éléments a été jusqu'à présent considéré, d'après Fourcroy et Berzelius, comme étant la source d'une seconde différence.

Dans la nature inorganique, il n'y a que des combinaisons *binaires*, c'est-à-dire produites par l'union de deux substances simples l'une avec l'autre, ou par celle d'une combinaison binaire soit avec un élément, soit avec une autre combinaison binaire. Par exemple, l'acide carbonique est une combinaison de carbone et d'oxygène ; l'ammoniaque en est une d'azote et d'hydrogène ; l'acide carbonique et l'ammoniaque s'unissent ensemble pour former le carbonate d'ammoniaque.

Oxygène, Carbone	Acide carbonique	Carbonate d'ammoniaque.
Hydrogène, Azote	Ammoniaque	

Une combinaison immédiate de trois, quatre ou un plus grand nombre de substances les unes avec les autres, dans laquelle tous les éléments soient également unis ensemble, paraît ne pouvoir se réaliser que sous l'influence de la vie, soit végétale, soit animale, ou, en d'autres termes, sous celle des forces organiques. Ainsi, les mêmes éléments, oxygène, carbone, hydrogène et azote, qui, par combinaison binaire, donnent naissance à du carbonate d'ammoniaque, produisent de la matière organique sous l'influence de la vie. Ces combinaisons prennent l'épithète de *ternaires* ou *quaternaires*, suivant le nombre des éléments qui se trouvent unis tous ensemble. Le mucus végétal, le sucre, l'amidon, la graisse, sont regardés comme des combinaisons ternaires de carbone, d'oxygène et d'hydrogène ; le gluten, l'albumine, la fibrine, le mucus animal, la caséine, comme des combinaisons quater-

(1) Du cuivre a été trouvé dans les plantes par Meisner, et plus récemment par Sarzeau (*Annales de chimie*, t. XLIV, p. 334). Becher prétend aussi avoir rencontré de l'or dans la cendre des tamarins (TIEDEMANN, *Physiologie*, traduite par A. J. L. Jourdan, t. I, p. 94).

(2) Dans le cours d'une discussion qui a fait beaucoup de bruit, il a été prétendu que le corps humain contenait, à l'état normal, de l'arsenic, et même quelques autres métaux encore. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 1841, t. XII, p. 1076 et suiv. — *Bulletin de l'Académie de médecine*, Paris, 1841, t. VI, p. 809 et suiv.)

naires, qui, en outre des trois éléments précédents, contiennent encore de l'azote. Cette théorie de la composition des corps organiques a bien été attaquée par quelques personnes ; mais, jusqu'à présent, on n'a pu démontrer, à l'égard d'aucune des substances dont se composent les tissus des végétaux et des animaux, qu'elle soit une simple combinaison binaire. Berzelius regarde actuellement les matières organiques comme des oxydes de radicaux composés, qui, eux-mêmes, résultent, les uns de deux éléments, carbone et hydrogène, ou carbone et azote, les autres de trois éléments, carbone, hydrogène et azote (1).

Quoi qu'il en soit, le mode de combinaison des éléments, dans les corps organiques, est si particulier, et résulte tellement de forces spéciales, que la chimie peut bien détruire les composés organiques, mais qu'elle ne saurait en former aucun. Bérard, Proust, Dœbereiner et Hatchett croient, il est vrai, avoir produit artificiellement des combinaisons organiques ; mais leurs assertions n'ont point été suffisamment démontrées, et l'on ne peut compter ici que les découvertes de Woehler. Suivant ce chimiste, on obtient de l'urée, au lieu de cyanite ammonique, lorsqu'on verse une dissolution de chlorure ammonique sur du cyanite argentique récemment précipité, qui, par là, se convertit en chlorure argentique. De l'urée se forme aussi quand on traite le cyanite plombique par l'ammoniaque liquide : la dissolution contient d'abord du cyanite ammonique ; mais, après l'évaporation, ce sel se convertit en urée. Woehler a également reconnu que le gaz ammoniaque et la vapeur d'acide cyaneux se condensent en cyanite ammonique, mais que, par la fusion, l'ébullition ou l'évaporation spontanée de la dissolution, ce sel se transforme en urée. De même, il se forme d'abord du cyanite ammonique, et ensuite de l'urée, quand on mêle de l'acide cyaneux avec de l'eau ou avec de l'ammoniaque liquide. Mais l'urée occupe l'extrême limite des matières organiques, et c'est plutôt une excrétion qu'un principe constituant du corps animal.

La nature organique peut donc donner naissance à un nombre incalculable de combinaisons, à une multitude illimitée de corps, qui sont composés des mêmes éléments, en proportions si variables, qu'au premier aperçu on serait tenté de croire qu'il n'y a point de proportions définies dans les matériaux constituants des êtres organisés. Mais Berzelius fait remarquer (2) que ces proportions n'en existent pas moins ; il suffit, dit-il, que nous dirigions notre attention sur les rapports dans lesquels les atomes organiques se combinent avec des atomes composés inorganiques du second ordre, pour trouver qu'autant que nos recherches nous permettent d'en juger, ils suivent les mêmes lois que les atomes inorganiques, c'est-à-dire que l'oxygène de l'un est un multiple, par un nombre entier, de l'oxygène de l'autre, et que, quand des acides organiques contiennent cinq atomes d'oxygène, cet oxygène est à l'oxygène de l'oxyde inorganique dans le même rapport que celui qu'on sait exister pour les atomes inorganiques à cinq atomes d'oxygène.

Les corps organiques sont formés, en grande partie, de substances combustibles, et les parties combustibles des animaux et des végétaux (à l'exception des acides)

(1) Berzelius, *Traité de chimie*, traduit par Esslinger et Jourdan, t. V, p. 5. — *Encyclopédie anatomique*, *Anatomie générale*, par Henle, traduite par A. J.-L. Jourdan, Paris, 1843, t. VI, p. 9.

(2) *Traité de chimie*, t. V, p. 8.

contiennent des proportions telles d'oxygène, d'hydrogène et de carbone, que l'oxygène ne suffirait pas pour convertir tout l'hydrogène en eau, ni tout le carbone en acide carbonique.

La matière organique existante dans les corps organiques ne se maintient complétement que durant la vie de ces corps. Déjà, pendant la vie, certains éléments ou composés binaires, agissant du dehors sur les corps organiques, peuvent troubler l'équilibre des substances qui entrent dans leur composition, et détruire la combinaison organique, comme il arrive, par exemple, lorsqu'une partie d'un être vivant subit l'action du feu. Un moment vient même où cette rupture d'équilibre a lieu spontanément dans tout corps vivant quelconque; la force qui maintenait et transformait les combinaisons organiques devient de plus en plus faible, jusqu'à ce qu'elle ne soit plus en état d'équilibrer la tendance des éléments existants dans la matière organique à contracter des combinaisons binaires les unes avec les autres et avec d'autres éléments, de sorte que le corps organique se décompose avec la matière qui le constitue : alors, non seulement la combinaison organique ne laisse plus apercevoir aucun des phénomènes organiques qu'elle montrait auparavant, mais encore elle n'est plus apte, la plupart du temps, à se maintenir, et, soumise aux lois chimiques de la combinaison binaire, elle se réduit en composés binaires, au milieu des phénomènes de la fermentation et de la putréfaction, surtout quand elle contient beaucoup d'azote. L'observation montre donc que, dans les corps inorganiques, la combinaison dépend de l'affinité et des forces inhérentes aux substances combinées ensemble, tandis qu'au contraire dans les corps organiques, la puissance enchaînante et conservatrice ne réside pas uniquement dans les propriétés des substances elles-mêmes, et qu'il y a autre chose encore qui non seulement fait équilibre à l'affinité chimique, mais même occasionne les combinaisons organiques d'après les lois de sa propre activité. Parmi les impondérables, la lumière, la chaleur, l'électricité, ont tout autant d'influence sur les combinaisons et les décompositions dans les corps organiques que dans ceux qui ne le sont pas; mais rien ne nous autorise à regarder aucun de ces agents comme la cause première de l'activité dont jouit la matière organique vivante.

Après la cessation de la vie, les substances organiques se décomposent toujours, lorsque les conditions sont favorables à la manifestation de l'affinité chimique. Voici quelles sont, d'après Gmelin (1), les décompositions qui s'effectuent alors. Parmi les éléments des combinaisons organiques, les uns se séparent à l'état de liberté, sous forme de gaz azote, de gaz hydrogène; d'autres se combinent pour donner naissance à des combinaisons inorganiques, telles que eau, acide carbonique, gaz oxyde de carbone, gaz hydrogène carboné, gaz oléfiant, ammoniaque, cyanogène, acide cyanhydrique, gaz hydrogène phosphoré, acide sulfhydrique; certains, s'unissant en d'autres proportions, produisent une ou plusieurs nouvelles combinaisons organiques, comme quand du sucre naît de l'amidon. Les combinaisons organiques parfaitement sèches ne se décomposent point à la température ordinaire : l'eau au moins, et souvent aussi l'air, sont indispensables à cette décomposition spontanée. Gmelin regarde l'absence des conditions nécessaires au déploiement de l'affinité chimique comme étant la cause à laquelle on doit attribuer

(1) *Chemie*, t. III, p. 9.

que, pour certaines substances organiques, la décomposition ne commence pas toujours immédiatement après la mort de l'animal ou du végétal ; la raison serait donc la même que celle en vertu de laquelle, par exemple, certains composés organiques ne se décomposent qu'à une température déterminée. Quant aux matières animales humides, elles se décomposent spontanément, même sans air atmosphérique, sous le mercure, quoique l'air soit le corps qui active le plus la putréfaction, et qu'il y soit même plus favorable que l'oxygène pur : d'un autre côté, cependant, un certain degré de chaleur est nécessaire. Les produits de la putréfaction des substances animales, surtout de celles qui appartiennent au corps humain, sont du gaz acide carbonique, quelquefois aussi du gaz azote, du gaz hydrogène, du gaz sulfide hydrique, du gaz hydrogène phosphoré et de l'ammoniaque : il se forme aussi de l'acide acétique, parfois de l'acide azotique, et il finit par ne plus rester que les parties fixes, constituant, avec des débris qui se décomposent plus lentement, ce qu'on appelle l'*humus* ou le *terreau*. Sous l'eau, et dans certains tombeaux, où l'eau n'a point accès, les cadavres d'animaux et d'hommes subissent la conversion d'un grand nombre de leurs parties en une matière grasse, nommée *adipocire*. Gay-Lussac et Chevreul considèrent cette matière comme étant la graisse déjà contenue dans les parties organiques à l'état frais, et qui reste quand les autres substances ont été détruites ; car, suivant ces deux chimistes, la quantité de graisse qu'on parvient à extraire des parties animales fraîches ne serait pas inférieure à celle qu'on obtient par la putréfaction de ces mêmes parties dans l'eau. Berzelius, au contraire, croit qu'il s'opère une véritable conversion de la fibrine, de l'albumine et de la matière colorante du sang en adipocire.

Les principales différences dans la composition de la matière organique paraissent dépendre de la proportion des poids atomiques de l'oxygène, de l'hydrogène, du carbone et de l'azote, et c'est là surtout ce qui a suggéré l'hypothèse que les combinaisons organiques sont toutes ternaires ou quaternaires, qu'il n'y en a point de binaires parmi elles. Mais une autre question fort importante est celle de savoir à quel état sont les éléments minéraux qu'on rencontre en petite quantité dans les composés organiques, s'ils sont également engagés dans des combinaisons quaternaires, quinaires, etc., ou s'ils sont unis avec les substances animales, à l'état de pureté, d'oxyde ou de sel, ou enfin s'ils constituent des composés binaires, simplement mêlés avec les autres. Leur union avec des substances animales est évidente dans plusieurs cas, et se manifeste tantôt comme combinaison de soufre pur ou de phosphore pur, tantôt comme combinaison d'oxydes et de sels avec ces substances. Un exemple en est offert par l'albumine, dans laquelle, suivant Mulder, une matière animale découverte par lui, la protéine, se trouve combinée avec du soufre et du phosphore non oxydés, et en même temps avec du phosphate calcique. Du phosphore non oxydé existe également dans la graisse cérébrale. Les os sont un exemple de combinaison chimique entre un sel et une matière animale ; car il est certain, comme l'a fait voir E.-H. Weber, que le phosphate calcique n'est pas contenu dans les os à l'état de phosphore, d'oxygène et de calcium, mais qu'il s'y trouve réellement à l'état de sel, formant une combinaison binaire avec le cartilage : la preuve en est fournie par la garance, qui a beaucoup d'affinité pour le phosphate calcique, mais n'en a aucune ni pour la chaux, ni pour le calcium, et que les os d'un animal vivant qu'on nourrit avec des aliments

imprégnés de cette substance, savent extraire du sang pendant l'acte de la nutrition. D'un autre côté, plusieurs acides décomposent les sels calcaires contenus dans les os, et les enlèvent sans altérer la forme du cartilage, ni le décomposer.

Mais il y a aussi, dans les sucs animaux, des principes minéraux, oxydes et sels, qui, bien qu'appartenant à leur constitution, n'y sont cependant que dissous, comme, par exemple, le chlorure sodique dans le sang; c'est ce qui fait qu'on voit apparaître de petits cristaux microscopiques de sel dans les humeurs animales soumises à la dessiccation. De même, des sels étrangers se dissolvent dans les sucs des végétaux et des animaux, et les animaux s'en débarrassent presque entièrement par la voie de l'urine, sans que ces sels aient subi de décomposition.

Si, d'un côté, l'on prend en considération la nature des débris qui restent après la putréfaction des matières animales, et que, d'un autre côté, on ait soin, dans les analyses, d'établir une distinction entre les corps qui ont été simplement extraits de ces substances, et ceux qui ont été véritablement produits par l'action des moyens chimiques mis en usage, on peut, avec E.-H. Weber, admettre deux séries de combinaisons binaires dans le corps des animaux, et surtout dans celui de l'homme. La première comprend des composés binaires d'éléments minéraux, comme phosphate sodique, phosphate calcique, phosphate magnésique, carbonate sodique, carbonate calcique, chlorure potassique, chlorure sodique, fluorure calcique, silice, oxyde de manganèse, oxyde de fer, soude, etc. La seconde embrasse des composés binaires d'éléments organiques et d'éléments inorganiques : ici, il faudrait ranger l'albumine du sang, qui s'y trouve, dit-on, combinée avec de la soude et formant un albuminate sodique; les lactates potassique et sodique devraient aussi prendre place dans cette catégorie.

Formes de la matière organique.

Examinons maintenant les formes les plus simples sous lesquelles la matière organique nous apparaît.

La matière organique se trouve à l'état de dissolution complète dans beaucoup d'humeurs, où le microscope ne fait découvrir aucune espèce de molécules : c'est ce qui a lieu dans la liqueur du sang, où cette matière ne prend la forme de globules que par l'action de la pile galvanique, ou par la chaleur et autres influences chimiques. Elle est également dissoute en partie dans la lymphe des vaisseaux lymphatiques.

Fréquemment la matière organique affecte la forme de molécules microscopiques arrondies. Ces molécules doivent être considérées comme de légers précipités, encore dépourvus de structure, qui se produisent dans des dissolutions de substances organiques pendant le cours des opérations vitales, et qui d'ailleurs ressemblent beaucoup aux précipités de globules que l'art peut faire naître, dans ces mêmes dissolutions, à l'aide des réactifs chimiques. Ici se rangent les globules qui forment en partie le contenu des cellules chez les végétaux et les animaux, les globules de pigment des cellules pigmentaires, etc. Lorsque ces petites molécules sans structure sont tenues en suspension dans un liquide, elles montrent le phénomène microscopique découvert par Robert Brown, et appréciable même après la mort, c'est-à-dire un mouvement continuel, uniforme et assez rapide de va-et

vent, renfermé dans des limites étroites. Ce phénomène n'est pas uniquement propre à la matière organique solide, réduite en très petites molécules; il appartient aussi à toute matière minérale finement pulvérisée qui nage au milieu d'un liquide, et l'on ignore encore de quelle cause il dépend.

Dans sa plus grande simplicité de structure, telle que l'offrent partout les premiers rudiments des végétaux et des animaux, la matière organique forme une *cellule*, ordinairement pourvue à l'intérieur d'un *noyau* ou *nucleus*. La membrane qui constitue les parois de la cellule est dépourvue de structure et simple, en sorte qu'on n'y distingue point de particules plus petites, par l'agglomération desquelles elle serait produite. Le noyau, au contraire, est composé de granulations très fines, parmi lesquelles on en remarque souvent une un peu plus grosse, appelée *nucléole*. Il résulte des découvertes de Schwann que les cellules sont, chez les animaux, les éléments de toutes les structures complètes; c'est d'elles que naissent les tissus, tantôt par l'allongement des cellules, qui s'étirent en manière de filaments, tantôt par la réunion de plusieurs, qui se confondent en d'autres cellules secondaires. La formation des fibres ou autres tissus ne reconnaît donc jamais pour cause une agrégation de globules; le fait, constaté par Ehrenberg, que des monades de $\frac{1}{2000}$ de ligne sont pourvues d'organes compliqués, suffirait pour frapper cette hypothèse d'invraisemblance, puisque les globules dont elle suppose l'agglomération auraient eux-mêmes, à ce qu'on prétend, plus de $\frac{1}{2000}$ de ligne. Les structures tantôt nagent dans des liquides, et n'ont aucune adhérence les unes avec les autres, comme les corpuscules du sang et du jaune de l'œuf, dont la conformation est analogue à celle des cellules, tantôt sont réunies, et produisent ainsi des parties solides cohérentes, comme dans les tissus.

Les matières solides vivantes se trouvent dans un état de *mollesse* qui n'est propre qu'aux êtres organiques. L'eau leur communique de l'extensibilité, de la flexibilité, sans qu'on puisse pour cela dire qu'elles sont mouillées, et sans qu'elles puissent humecter d'autres corps en leur communiquant le liquide qui les imprègne. Berzelius évalue cette eau jusqu'aux quatre cinquièmes de leur poids. Il ajoute qu'elle ne paraît pas leur appartenir par affinité chimique, puisqu'elle s'évapore peu à peu, et qu'on peut l'exprimer instantanément par une forte pression entre des feuilles de papier gris. La perte de l'eau détruit tout à fait l'aptitude à vivre dans la matière animale, si l'on excepte quelques animaux et végétaux des dernières classes, qui, après avoir été desséchés, reprennent vie quand on les ramollit de nouveau (1). Suivant Chevreul, l'eau pure est seule capable de produire le phénomène d'une pleine et entière mollesse, quoique l'eau salée soit absorbée de même par les matières animales sèches, comme aussi l'alcool, l'éther et les huiles.

Les pores remplis d'eau des matières animales mouillées permettent aux substances solubles dans l'eau qui entrent en contact avec ces dernières, de se dissoudre dans le liquide qui les humecte, ou, si ces substances étaient déjà dissoutes, de se répandre dans le tissu organique. L'eau des parties animales mouillées abandonne avec non moins de facilité les corps qu'elle tient en dissolution à d'autres parties qui sont également susceptibles de les dissoudre. Les lois de l'attraction des substances pendant la dissolution et la miction, et les lois de l'équilibre de répar-

(1) Berzelius, *Traité de chimie*, t. VII, p. 4.

tition des liquides miscibles trouvent donc aussi leur application dans les parties animales humides. Comme une membrane organique poreuse, dont les deux faces sont mises en contact avec de l'eau, établit, par le moyen de ses pores, une continuité entre le liquide qui baigne une des faces et celui qui touche l'autre, de même des substances dissoutes dans l'un et l'autre liquide peuvent traverser peu à peu la membrane, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre de miction et de répartition. La même chose arrive aux gaz qui entrent en contact avec des parties animales mouillées. Nous verrons ailleurs, qu'ici, comme dans les corps inorganiques poreux, règne une loi remarquable, savoir, que la dissolution la plus dense reçoit plus de la dissolution la plus ténue, à travers les porosités des corps, que celle-ci ne reçoit de celle-là. La perméabilité pour les fluides n'appartient pas uniquement aux structures compliquées ; on l'observe aussi dans les structures simples, dans la membrane constituant la paroi des cellules élémentaires des végétaux et des animaux. Les fluides pénètrent, à travers les parois des cellules, dans l'intérieur de ces dernières, et réciproquement. Il faut même se figurer chaque globule qui nage dans un liquide comme étant ramolli et pénétré par l'eau. Le groupement des atomes chimiques homogènes doit être tel, dans ce cas, qu'il reste des intervalles permettant à l'eau de s'introduire.

Production et aptitude à vivre de la matière organique.

La force qui anime les corps organiques n'est connue nulle part ailleurs que dans ces corps. Elle ne se manifeste que dans les combinaisons organiques qui lui donnent naissance, et jamais les éléments fondamentaux ne produisent de toutes pièces aucune parcelle de matière organique, lorsqu'ils viennent par hasard à se rencontrer. Fray (1) prétend bien avoir vu des animalcules microscopiques se former dans de l'eau pure, et Gruithuisen dit avoir observé, dans des infusions de granit, de craie et de marbre, la production d'une membrane gélatineuse, dans laquelle se développèrent plus tard des infusoires. Retzius (2) parle aussi d'une espèce particulière de conferve qui se forma au sein d'une dissolution de chlorure barytique dans l'eau distillée, qu'on avait tenue durant des mois renfermée dans un flacon bouché à l'émeri. Mais, quelque remarquables que soient ces faits, il est indubitable que les substances mises en expérience, les vases ou l'eau contenaient encore une petite quantité de matière organique ; car, d'après les observations de Schultze, des molécules de poussière de substances organiques suffisent, lorsque les circonstances sont favorables, pour faire naître le phénomène qu'on allègue comme preuve de la génération spontanée des infusoires. Les animaux eux-mêmes ne sont point en état de produire des matières organiques avec des éléments seuls, non plus qu'avec de simples combinaisons binaires. S'ils croissent, c'est parce qu'ils s'approprient des substances organiques déjà existantes avant eux, et qui proviennent d'autres animaux ou de végétaux ; ils ne peuvent que maintenir ou modifier la composition de la matière organique. Les végétaux, au contraire, ont le pouvoir, non seulement de métamorphoser la matière organique des animaux

(1) *Essai sur l'origine des corps organisés*, Paris, 1817, in-8.

(2) Froriep, *Notizen*, 5, n. 56.

et d'autres végétaux, mais encore d'en produire avec les éléments, ou avec des composés binaires d'éléments, tels que l'acide carbonique et l'eau, quoiqu'ils ne puissent prospérer quand le sol ne contient aucune trace de matière organique. On est même forcé d'admettre en eux la faculté de créer des matières organiques avec des combinaisons binaires, parce que, sans cette rénovation continuelle, la nourriture irait toujours en diminuant sur la terre, des végétaux et des animaux étant sans cesse décomposés et réduits en composés binaires par la combustion, la putréfaction, etc.

La matière organique produite par les végétaux, ou contenue et métamorphosée dans les végétaux et les animaux, est apte à vivre aussitôt qu'un corps vivant se l'est appropriée, et qu'elle se trouve soumise à la force organique de ce corps. De cette manière, toute la substance organique qui est répandue sur la terre provient uniquement de corps organiques vivants; la mort, ou extinction de la force qui engendre et maintient les combinaisons organiques, frappe les individus, tandis que la matière organique conserve l'aptitude à vivre tant qu'elle ne s'est point réduite en combinaison binaires.

L'aptitude à vivre de la matière organique consiste en ce qu'elle peut nourrir un corps organique vivant. Ordinairement les corps organiques d'une certaine espèce ne naissent que d'autres corps de même espèce qu'eux, c'est-à-dire par des œufs ou des bourgeons; mais on peut se demander si, lorsqu'un corps organique se décompose, la matière qui le constitue ne produit pas aussi, sous certaines influences, des organismes d'une autre espèce; si non seulement elle est apte à vivre, mais encore continue de vivre avec d'autres modifications; si, par le concours de certaines conditions, c'est-à-dire par l'action de l'air atmosphérique, de l'eau, de la lumière, elle se résout en infusoires vivants, tandis qu'en d'autres circonstances elle revit dans des plantes appartenant aux classes inférieures, les moisissures. Les anciens, Aristote surtout, admettaient déjà la génération spontanée des animaux, dans le sens le plus étendu. C'était effectivement une vieille tradition, que la putréfaction donne naissance à des animaux inférieurs, à des insectes, à des vers, opinion qui figura parmi les préjugés des physiciens et des médecins jusque dans le cours du XVIIe siècle. Mais, à cette époque, Redi prouva que les exemples de génération spontanée allégués par les anciens étaient faux, et que tous ces vers, tous ces insectes provenaient d'œufs auparavant déposés par des animaux dans les eaux d'où on les voyait surgir. La démonstration était catégorique, et il ne se trouva plus aucun naturaliste instruit qui crût à la fable de la génération par putréfaction, de sorte que l'adage, *omne vivum ex ovo*, fut regardé comme inattaquable. Mais, plus tard, Needham montra que, si la putréfaction ne produit pas d'insectes, elle fait du moins naître de petits animalcules microscopiques, jusqu'alors inconnus, les infusoires. Quand on verse de l'eau sur des substances animales ou végétales, et qu'on expose le tout à l'air et à la lumière, au bout de quelques jours, à la température ordinaire de la saison douce, tandis qu'une partie de la matière organique se décompose peu à peu, et qu'une autre se métamorphose, ou se résout en globules, ou se dissout entièrement, on voit paraître, soit des moisissures, soit ces animalcules microscopiques chez lesquels Ehrenberg a fait, depuis, la brillante découverte qu'ils jouissent d'une organisation beaucoup plus compliquée qu'on ne ne l'avait soupçonné jusqu'alors.

Les premières observations sur la production des infusoires ont été recueillies par Needham. Wrisberg, O.-F. Müller, Ingenhousz, G.-R. Treviranus, Gruithuisen et Schultze ont ensuite étendu nos connaissances à cet égard. Suivant Wrisberg, l'influence de l'air est nécessaire pour que les infusions de substances organiques donnent naissance à des infusoires, dont aucun ne se produit quand on couvre la liqueur, par exemple, d'une couche d'huile d'olive. Mais toutes les substances animales ou végétales mêlées avec de l'eau sont aptes à produire de ces animalcules, pourvu qu'elles ne soient ni acides ni âcres, et qu'elles ne contiennent rien qui puisse empêcher la putréfaction. Le développement des infusoires s'opère après que la matière organique a subi un certain degré de décomposition, annoncé par des bulles de gaz qui se dégagent; en même temps que ce dégagement a lieu, et plus tard, l'infusion montre une grande quantité de molécules microscopiques, qui tantôt sont éparses et isolées les unes des autres, tantôt forment une sorte de membrane à la surface du liquide, et qui proviennent de la décomposition de la matière organique.

La génération spontanée des infusoires fut attaquée par plusieurs physiciens, mais surtout par Spallanzani, qui prétendit que l'apparition de ces animalcules était due à des œufs accidentellement mêlés aux matières organiques, et qui se développaient sous l'influence réunie de la chaleur, de l'eau, de l'air atmosphérique et de la lumière. Les expériences de ce savant établissent que les substances organiques cuites sont tout aussi propres que celles qui n'ont pas bouilli à produire des infusoires, et qu'on peut tout aussi bien employer l'eau distillée que l'eau ordinaire pour faire l'infusion. Elles prouvent que l'air atmosphérique est nécessaire au développement des infusoires, et qu'il ne s'en produit pas au sein des infusions qu'on a tenues pendant une heure exposées à l'action de l'eau bouillante, après les avoir mises dans des vases hermétiquement clos. Des expériences sur les graines de melon d'eau et de courge, sur le chènevis, sur les lentilles, ont fait voir que le nombre des infusoires est plus considérable quand le germe croît que quand la semence commence à germer, et qu'il diminue quand celle-ci est gâtée. Lorsqu'après avoir séparé l'amidon du gluten, on les faisait infuser chacun à part, l'infusion de l'amidon contenait peu ou point d'animalcules, tandis que celle du gluten en fourmillait. Au contraire, nul être vivant n'apparaissait dans les infusions d'orge, de maïs, de lupin, de haricot, de riz et de lin. Cependant, comme les genres et les espèces des infusoires sont aussi bien déterminés que ceux des classes supérieures du règne animal, comme Spallanzani n'a pas décrit la forme de ses infusoires, comme enfin nous ne connaissons point encore les degrés de développement par lesquels peut passer chaque espèce de ces animaux, les expériences du savant italien perdent beaucoup de leur valeur. Il dit avoir découvert des animalcules tout à fait différents dans des infusions de courge, de camomille et d'oseille.

Treviranus a donné un bien plus grand poids à l'hypothèse de la génération spontanée, par de nombreuses expériences, qui ont été exécutées avec plus de critique (1). Ses arguments reposent sur les faits suivants :

1° Des substances organiques diverses, mises en infusion dans une même eau, produisent des animalcules infusoires différents.

(1) *Biologie*, t. II, p. 279.

2° La lumière exerce la plus grande influence sur la génération spontanée. Ainsi la matière verte de Priestley, remarquable par la propriété qu'elle a d'exhaler du gaz oxygène, ne se produit que sous l'influence de la lumière, quand on expose de l'eau, et surtout de l'eau de puits, au soleil, dans des vases ouverts, ou dans des vases clos, mais transparents. Elle apparaît alors sous l'aspect d'une croûte verdâtre, formée de granulations rondes et elliptiques, dans laquelle on découvre d'abord des molécules isolées, qui exécutent de petits mouvements, puis, plus tard, des filets transparents, qui se meuvent d'une manière irrégulière. Ingenhousz est celui qui a le mieux vu ces changements. Suivant R. Wagner, la matière verte de Priestley est un assemblage de cadavres d'animalcules verts, l'*Euglena viridis* et autres infusoires. Dans cette hypothèse, les filets mobiles dont il vient d'être question seraient des êtres particuliers, différents, du reste, de la matière verte, et Ingenhousz aurait eu tort de considérer des espèces diverses d'êtres simples comme autant de métamorphoses des mêmes molécules.

3° Les vers intestinaux et les animalcules spermatiques, corpuscules munis d'une queue et doués de mobilité, que le microscope fait apercevoir dans la semence des animaux, même des invertébrés, semblent aussi parler en faveur de la formation spontanée d'êtres vivants dans la matière organique.

4° Les expériences de Treviranus ont fait voir que, toutes choses égales d'ailleurs, des êtres différents, savoir, des infusoires ou des moisissures, se produisaient dans des infusions diverses, et que la cause de cette indifférence ne tenait point à l'eau, mais aux substances employées.

5° Treviranus a observé que des productions différentes se formaient dans des portions diverses d'une même infusion, quand le hasard soumettait celles-ci à des conditions qui n'étaient pas les mêmes. Ainsi l'infusion de feuilles d'iris développait des infusoires dans un long vase couvert de toile et exposé au soleil, et de la matière verte dans un second vase placé à une exposition différente. Une infusion de seigle dans l'eau de puits donnait également des produits divers, suivant qu'on y plongeait ou non une baguette de fer. Il semble qu'on puisse rapprocher de ce fait un autre, observé par Gleditsch, qui a vu des tranches de melon, couvertes d'une mousseline, se charger d'une plus ou moins grande quantité de moisissures, de byssus, de tremelles, suivant qu'elles avaient été placées dans des lieux plus ou moins élevés. On pourrait encore ajouter que Gruithuisen dit avoir trouvé des animalcules infusoires tout à fait différents dans des infusions de pus et de mucus. De tout cela, G.-R. Treviranus a conclu qu'il existe dans toute la nature une matière constamment active, absolument indécomposable et indestructible, en vertu de laquelle tous les êtres vivants, depuis le byssus jusqu'au palmier, et depuis la monade jusqu'aux monstres de la mer, possèdent la vie dont ils jouissent, et qui, invariable dans son essence, mais variable dans sa forme, change continuellement de configuration; que cette matière est amorphe par elle-même, mais susceptible de prendre toutes les formes de la vie; enfin, qu'elle n'obtient une forme déterminée que par l'influence de causes extérieures, qu'elle ne persévère sous cette forme qu'autant que les mêmes causes subsistent, et qu'elle en prend une autre dès que d'autres forces agissent sur elle.

D'après Wrisberg et autres, les infusoires naissent des particules qui se détachent de la substance infusée elle-même, et qui commencent peu à peu à se

voir ; mais, suivant Gruithuisen, ils ne paraissent que quand la partie extractive du corps qu'on fait infuser a été enlevée par l'eau, et dans cette dernière. Schultze dit n'avoir jamais vu, dans les infusions de sang, de lait ou de matière cérébrale, aucun globule sanguin, laiteux ou médullaire, se mouvoir comme monade, ou se transformer en monade : chacun de ces globules donne naissance, en se décomposant, à un grand nombre de monades. En effet, selon Wrisberg, la plus petite monade visible a $\frac{1}{2400}$ de pouce de diamètre, tandis que les corpuscules du sang de l'homme en ont $\frac{1}{4000}$ à $\frac{1}{5000}$, et que ceux du lait sont encore plus gros (1).

Passons maintenant à la critique de ces observations.

La manière dont les expériences sur la génération spontanée ont été faites ne garantit nullement qu'il ne se soit glissé aucune illusion.

1° Ceux qui ont expérimenté à l'air libre sur des décoctions de substances organiques, ne peuvent point prouver que les infusoires produits ne provenaient pas d'infusoires, ou de germes d'infusoires, desséchés avec la poussière voltigeante dans l'atmosphère. Peut-être, comme le donne à entendre Humboldt, les vents enlèvent-ils des eaux qui se dessèchent les germes des êtres organiques les plus simples, et ces germes, retombant dans l'eau à l'état de poussière, y renaissent-ils à la vie, comme il arrive aux rotifères, d'après les expériences de Spallanzani, confirmées par d'autres observateurs. Schultze s'est tout récemment servi, pour expliquer les infusoires, de cette circonstance que la poussière qui voltige partout dans l'air renferme de petites molécules organiques, susceptibles de se renfler dans l'eau ; il regarde ces molécules comme des monades desséchées, qui revivent lorsqu'elles viennent à être humectées. Cependant, quoique cette cause de formation d'infusoires soit très fréquente, Schultze ne la regarde pas comme étant la seule, et il admet la métamorphose des substances organiques en protozoaires.

2° Ceux qui ont expérimenté sur des matières animales bouillies, et qui se sont servis d'eau ordinaire pour l'infusion, ne sauraient non plus prouver que leurs infusoires soient de nouvelle formation, car l'eau peut les avoir contenus à l'état d'œufs ou de véritables infusoires, qui se multiplient rapidement aux dépens de la substance organique infusée. On ne peut supposer, dans presque aucun cas, qu'il ait été fait usage d'eau distillée pure, puisque l'eau même qui a été distillée cinq fois est encore susceptible de contenir des molécules organiques.

3° Ceux qui ont expérimenté avec des substances organiques fraîches et de l'eau distillée ou des gaz factices, ne peuvent pas prouver que les œufs des infusoires, ou ces derniers eux-mêmes, n'étaient point contenus dans la matière organique. A la vérité, on connaît peu d'animalcules microscopiques dans les parties vivantes, et, en tout cas, les globules ordinaires des liquides organiques, du sang, par exemple, ne jouissent point d'une vie individuelle ; mais le mucus contient déjà des animalcules microscopiques ; il y en a dans le mucus intestinal de la grenouille, comme dans le sperme, et Baer a vu, dans divers muscles, des particules microscopiques qui se

(1) TREVIRANUS, *Biologie*, t II, p. 264-406. — GRUITHUISEN, *Beitræge zur Physiognosie und Eautognosie*. Munich, 1812. — BURDACH, *Traité de Physiologie*, trad. par A. J.-L. Jourdan. Paris, 1837, t. I. — C.-A.-S. SCHULTZE, *Mikroscopische Untersuchungen ueber R. Brown's Entdeckung lebender Theilchen in allen Kærpern, und ueber Erzeugung der Monaden*. Carlsruhe, 1824.

nouvaient(1). Les graines du blé et de quelques *Agrostis* contiennent souvent des vibrions, qui, même après avoir été séchés, reviennent à la vie lorsqu'on les humecte. Quelques animalcules qui se rencontrent chez d'autres animaux continuent de vivre dans l'eau, surtout les épizoaires.

4° Enfin, quoique quelques observateurs aient expérimenté à la fois sur des infusions de substances organiques, sur de l'eau distillée et sur les gaz artificiels, la précision nécessaire pour établir un résultat décisif ne saurait être admise comme probable dans ces cas, et elle n'est même guère possible, puisque les instruments employés pour changer l'eau auraient dû être absolument purs de toutes particules organiques adhérentes, et que chaque lavage donnait occasion à des erreurs.

Ces remarques ne réfutent pas la génération spontanée; elles montrent seulement qu'il n'y a guère moyen de la prouver par l'observation directe. Mais Ehrenberg l'a réellement rendue fort invraisemblable par ses recherches sur l'organisation des animaux et des végétaux qu'on dit naître de cette manière. D'abord il a découvert la véritable germination des semences de champignons et de moisissures (2), et par là fixé le mode de propagation de ces végétaux : il a fait voir comment on peut produire de nouvelles moisissures avec des graines de moisissures, et il a rendu probable que, dans le cas où ces êtres apparaissent d'une manière inopinée, leurs graines, disséminées par l'eau ou l'atmosphère, n'ont fait que trouver le sol nécessaire pour se développer. Quant aux animalcules infusoires, Ehrenberg a reconnu qu'ils ont une structure compliquée, de sorte que même la plus petite monade de $\frac{1}{2000}$ de ligne de diamètre, a encore un estomac composé et des organes locomoteurs, qui consistent en des cils. Chez d'autres, il a observé les œufs, et la propagation par des œufs. Ces particularités soulèvent les plus grands doutes contre l'exactitude des observations antérieures, dont les auteurs, sans connaître la structure complexe des animaux dont ils parlaient, prétendaient les avoir vus naître immédiatement de particules des substances mises en infusion. Ehrenberg n'est jamais parvenu à obtenir, d'infusions déterminées, desf ormes également déterminées d'infusoires; il a vu tantôt les unes et tantôt les autres se produire, quoique le traitement fût absolument le même. Suivant lui, il y a un certain nombre d'espèces, les plus répandues de toutes, dont les œufs ou des individus peuvent exister dans toutes les eaux, même dans quelques parties de plantes, à la vérité peut-être altérés, et dont tantôt les unes, tantôt les autres, suivant que ce sont des œufs et des individus qui se trouvaient ou qui ont été portés dans l'eau, se multiplient beaucoup. La multiplication de ces animaux paraît être extrêmement rapide. Un rotateur, *Hydatina senta*, qui fut observé pendant plus de dix-huit jours, et qui vécut au delà de ce terme, est capable de se quadrupler en vingt-quatre à trente heures. De là résultent déjà, pour dix jours, un million d'individus, ce qui explique jusqu'à un certain point l'abondance extraordinaire des infusoires dans une goutte de liquide. Ehrenberg n'a jamais remarqué d'infusoires dans la rosée ni dans la pluie; mais il en a trouvé quelques uns en Afrique et en Asie

(1) Voy. *Nov. act. nat. cur.*, t. XIII, part. II, p. 591.

(2) *Nov. act. nat. cur.*, vol. X. — *Comp.* NEES d'ESENBECK, dans *Flora*, 1826, p. 531. — SCHILLING, dans KASTNER'S *Archiv.*, t. X, p. 429. — DUTROCHET, *Mémoires sur les végétaux et les animaux*, Paris, 1837, t. II, p. 190. — CH. ROBIN, *Des végétaux qui croissent sur l'homme et les animaux vivants*, Paris, 1847, in-8.

voir : ... contenu dans celle des fleuves dans les pro-
du ... Le ... animaux parait
dit ... il ... on croit voir des
aucun ... s'agisse que de simples degrés de développement.
transi... que tous ces ... proviennent
sant. ... et ... indécise la question de savoir si
mona... le résultat d'une génération spontanée (1).
de l' ... avéré la conversion d'infusoires en matière de
... plusieurs personnes ; mais, pour ... cette matière
... assemblage de débris d'infusoires morts, appartenant à
... côté, il révoque en doute, et probablement avec
... la matière de Priestley en conferves, en ulves, et
... dont quelques auteurs ont parlé.

... la considération des vers intestinaux qu'il est le plus
... de la conversion primordiale d'une matière animale
... animaux. Toute une série d'arguments en faveur
... impossibilité où l'on est d'expliquer autre-
...

... majorité, diffèrent complètement, par
... hors du corps animal. L'analogie de
... d'eau salée n'est qu'apparente.
... rencontre dans différentes espèces
... uniquement qu'à lui, tandis que le
... aux lièvres, aux bêtes à
... et l'ascaride lombricoïde à
... part des animaux ont leurs
... espèce.
... certains organes.

... transmis par les ali-
... ont leurs ento-
... être admise que
... ainsi l'échino-
... des grenouilles
... de la perche
... Mais beaucoup
... lesquelles les
...

... des vers intesti-
... ces êtres sont
... admet que

... 1833.
... par de
... Paris,

les parties génitales des entozoaires renferment un grand nombre d'œufs, que le liquide circulatoire entraîne ces œufs dans toutes les régions du corps d'un animal, mais que très peu sont déposés dans le sol nécessaire à leur développement ; de sorte que toutes les humeurs d'un animal sont pour ainsi dire imprégnées d'œufs des vers qui vivent dans tels ou tels organes de ce même animal. Le lait, dont se nourrissent d'autres individus, peut déjà contenir des œufs d'entozoaires. L'embryon des mammifères, dans lequel on a trouvé des vers intestinaux, peut en avoir reçu les œufs des humeurs de la mère. On a rencontré des vers dans des œufs pondus, par exemple Eschholz dans les œufs de poule (1). Ils peuvent sans doute avoir été portés là par les humeurs de la mère. Mais, en réalité, on trouve ici autant d'invraisemblances quand on se propose de réfuter la génération spontanée que quand on veut l'admettre. Les œufs des entozoaires sont évidemment trop gros pour pouvoir passer des organes où ces animaux vivent dans les vaisseaux lymphatiques, pour circuler dans les capillaires sanguins, qui n'ont que 0,00025 pouce de diamètre, et enfin pour arriver dans les produits sécrétoires, dans le lait, le jaune de l'œuf. L'hypothèse de la transmission des vers intestinaux de la mère à l'enfant, par exemple chez les mammifères herbivores, est en contradiction manifeste avec les données expérimentales de la micrométrie, à moins de supposer que les plus petites parcelles de substance reproductive de ces animaux sont tout aussi aptes que l'œuf entier à les propager. Quant aux animalcules spermatiques, Ehrenberg admet qu'ils sont inoculés à chaque animal dans l'acte de la génération (2).

Des expériences directes sur la génération spontanée sont extrêmement difficiles dans l'état actuel de la science. Celles qui ont été faites dans ces derniers temps ne parlent pas en faveur de la doctrine. Schultze a observé que l'air atmosphérique qui a traversé l'acide sulfurique ne permet aucun développement d'infusoires dans les liquides bouillis. Schwann a reconnu que ces mêmes liquides, mis en contact avec de l'air préalablement soumis à la chaleur rouge, mais riche encore en oxygène et souvent renouvelé, ne produisent ni infusoires ni moisissures, et ne subissent pas la putréfaction.

(1) BURDACH, *Traité de physiologie*, trad. par A. J. L. Jourdan. Paris, 1837, t. I, p. 31.

(2) Les observations de Baer (*Nov. act. nat. cur.* XIII, 2) ajoutent encore d'autres énigmes à l'histoire de la génération des vers intestinaux. Les animalcules qu'il nomme *Bucephalus* se produisent dans les ovaires filiformes des moules, et il a, ainsi que Bojanus, décrit dans le *Limnæus stagnalis* un ver qui contient lui-même des animaux d'une tout autre forme, des cercaires. (Comparez SIEBOLD, sur le *Monostomum mutabile*, dans WIEGMANN'S *Archiv.*, t. I, p. 45. — CARUS, sur le *Leucochloridium paradoxum*, dans *Nov. act. nat. cur.*, t. XVII, p. 1). Nordmann (*Mikrographische Beitræge*. Berlin, 1832), a observé des monades dans le corps des diplostomes vivants, et vu naître des infusoires dans les œufs de Lernées en putréfaction. D'un autre côté, il faut avoir égard aux changements qu'éprouvent certains entozoaires, par exemple la ligule et le *Bothriocephalus solidus* des poissons, qui n'acquièrent des parties génitales distinctes que chez les oiseaux palmipèdes. Il faut considérer aussi la forme primordiale de quelques jeunes distomes, par exemple le *Distoma nodulosum* du bars, qui d'abord, suivant Nordmann, est privé de suçoir et pourvu d'un vestige d'œil, avec des cils, comme pour nager dans l'eau. Les infusoires et entozoaires des végétaux vivants sont encore à étudier. Un fait assez important, c'est que, d'après Steinbuch (*Analecten* 1802) et Bauer (*Philos. Trans.*, 1823), les graines malades d'*Agrostis*, de *Phalaris* et de *Triticum* contiennent des vibrions qu'il avait inoculés aux graines, et que, d'après lui et Steinbuch, les vers des graines desséchées demeurent pendant plusieurs années aptes à revivre dans l'eau.

La formation d'infusoires n'est point une production primitive de matière organique : elle suppose déjà l'existence d'êtres organiques, puisque aucune substance organique ne se développe jamais d'elle-même, et que les végétaux vivants paraissent avoir seuls la faculté de transformer des combinaisons binaires, comme l'eau et l'acide carbonique, en combinaisons ternaires organiques, en matière organique, tandis que les animaux vivent uniquement de matières organiques déjà formées, qu'ils n'ont pas le pouvoir d'en créer eux-mêmes avec des éléments ou des combinaisons binaires, et que par conséquent leur existence suppose celle du règne végétal. Quant à savoir comment les êtres organiques se sont produits primordialement, et comment la matière a acquis une force qui est absolument nécessaire à la formation et à la subsistance de la matière organique, mais qui, d'un autre côté, ne se manifeste non plus jamais que dans les matières organiques, c'est une question qui dépasse les limites de l'expérience. On ne peut pas trancher le nœud en disant que la force organique est inhérente de toute éternité à la matière, comme si la force organique et la matière organique n'étaient que des manières différentes d'envisager un seul et même objet; car les phénomènes organiques ne sont réellement propres qu'à une certaine combinaison des éléments, et la matière organique susceptible de vivre se résout elle-même en combinaisons inorganiques, dès que la cause des phénomènes organiques, c'est-à-dire la force vitale, vient à cesser. La solution du problème appartient à la philosophie, et non à la physiologie empirique. Or, comme la conviction a des bases tout à fait différentes en philosophie et dans les sciences naturelles, notre devoir ici est de ne pas quitter le domaine d'une expérience fécondée par le raisonnement. Il faut donc nous contenter de savoir que les forces qui font vivre les corps organisés sont d'une nature particulière, et d'examiner quelles sont les propriétés qui les caractérisent.

DE L'ORGANISME ET DE LA VIE.

Essence de l'organisation vivante.

Les corps organisés ne diffèrent pas seulement des corps inorganiques par la manière dont sont arrangés les éléments qui les constituent; l'activité continuelle qui se déploie dans la matière organique vivante jouit aussi d'un pouvoir créateur soumis aux lois d'un plan raisonné, de l'harmonie, car les parties sont disposées de telle sorte qu'elles répondent au but en vue duquel le tout existe, et c'est là précisément ce qui distingue l'organisme. Kant dit que la cause du mode d'existence dans chaque partie d'un corps vivant est contenue dans le tout, tandis que, dans les masses mortes, chaque partie la porte en elle-même. D'après ce caractère, on conçoit pourquoi une partie isolée du tout organique cesse de vivre la plupart du temps, pourquoi le corps organique est un individu, un tout indivisible. En tant que les parties sont des membres hétérogènes d'un tout, le tronc ne peut pas non plus subsister après la perte d'une partie intégrante du tout.

Ce n'est que quand des animaux ou des végétaux très simples possèdent une certaine somme de parties homogènes, ou quand les membres homogènes appartenant à un tout se prolongent dans chaque portion de celui-ci, que le tout peut être divisé, et que les segments séparés, qui contiennent encore les membres hétérogènes du tout, mais en moindre nombre, peuvent continuer de vivre. Les ra-

meaux qu'on détache d'un arbre deviennent de nouveaux individus lorsqu'on les fiche en terre. Les diverses parties des végétaux ont tant de ressemblance entre elles, qu'elles peuvent se transformer les unes dans les autres, par exemple, les branches en racines, les étamines en pétales (1). Quelques animaux simples, comme les polypes, sont dans le même cas. Les deux moitiés d'un polype qu'on a coupé en deux continuent de croître chacune à part, ainsi que le prouvent les expériences de Trembley, de Roesel et autres. Il en est également ainsi de quelques vers, par exemple des Naïdes, chez lesquels les mêmes parties hétérogènes, à peu près, des portions de l'intestin, des nerfs, des vaisseaux sanguins, se prolongent dans les divers segments du corps. On a vu ces animaux se multiplier par scission ; mais si on les divisait de telle manière que les tronçons ne continssent pas chacun les parties caractéristiques du tout, la vie ne pourrait plus subsister en eux. Chez les animaux supérieurs et chez l'homme, il y a certains organes, c'est-à-dire des membres du tout différents sous le point de vue de la qualité, qui ne peuvent être enlevés sans que la vie s'éteigne, sans que l'idée du tout soit effacée, et ces organes sont simples ou uniques, comme le cerveau et la moelle épinière, le cœur, les poumons, le canal intestinal, etc. D'autres parties, au contraire, qui n'entrent pas dans l'idée du tout comme membres absolument nécessaires, ou qui sont multiples, peuvent être retranchées. D'un autre côté, cependant, nulle partie de ces animaux ne saurait survivre à la séparation, parce qu'aucune ne conserve les membres intégrants qui caractérisent le tout. L'œuf seul, le germe même, remplit cette condition, parce que la force organique n'a point encore formé les parties intégrantes du tout : aussi, lorsqu'il vient à se séparer, se développe-t-il en un nouveau tout. Il y a donc, dans l'organisme, l'unité du tout qui plane au-dessus de la multiplicité des membres et qui la domine.

D'après les faits qui viennent d'être rapportés, on voit que les corps organiques ne sont pas absolument indivisibles. Loin de là, ils sont toujours divisibles, avec conservation de leurs forces, lorsque les segments séparés gardent encore en suffisante proportion les membres du tout qui diffèrent les uns des autres eu égard à leur qualité, et même il s'effectue une véritable scission dans la génération des animaux et des végétaux supérieurs. Les corps inorganiques, au contraire, sont divisibles dans un sens bien plus étendu, sans que les parties perdent les propriétés chimiques du tout : on peut, suivant une expression consacrée, les diviser à l'infini, c'est-à-dire, d'après la doctrine atomistique, jusqu'aux atomes primitifs, que leur petitesse soustrait à nos sens, et, dans les corps qui, sous le point de vue chimique, méritent le nom de composés, jusqu'aux atomes produits par la réunion de divers atomes constituants, lesquels sont également inaccessibles à nos sens. Cependant, parmi les corps inorganiques, il s'en trouve aussi, les cristaux, qu'on ne saurait diviser jusqu'aux particules primitives sans qu'ils perdent de leurs propriétés. Les cristaux ne se laissent diviser aisément que dans certaines directions, et les parties qu'on obtient ainsi diffèrent fréquemment du tout pour la forme, ce qui a porté quelques minéralogistes (2) à considérer les cristaux comme des individus qui doivent leur existence à la continuité d'action de la force qui les a pro-

(1) Goethe, *Metamorphosen der Pflanzen*.
(2) *Comp.* Mohs, *Grundriss der Mineralogie*, t. I, préface, p. 6.

duits, et qui périssent quand des influences chimiques extérieures ou des influences mécaniques viennent à l'emporter sur leur force de cristallisation, sur leur dureté. Mais, quand bien même on voudrait considérer en ce sens les cristaux comme des individus, il n'en resterait pas moins cette grande différence, que les molécules sont homogènes dans tout le cristal, et que celui-ci est divisible au moins en agrégations homogènes de molécules, tandis que les corps organiques sont composés de parties différentes d'un tout, c'est-à-dire de tissus possédant des propriétés spéciales. Or tout corps inorganique est un agrégat de substances diverses mêlées ensemble, auquel il manque la relation, entre ces parties, nécessaire pour la subsistance du tout.

De ce que les corps organiques sont composés de membres hétérogènes d'un tout d'après la loi de l'harmonie, il s'ensuit aussi la nécessité d'une différence prononcée entre la configuration extérieure et intérieure de ces corps et de leurs organes et celle des corps inorganiques. Non seulement nous admirons, dans tout le règne animal, l'expression de forces prédominantes, comme, dans le cristal, le résultat d'une certaine force en une combinaison binaire; mais encore la forme des animaux et des organes témoigne que tout est disposé d'une manière rationnelle pour le jeu des forces, qu'il y a harmonie préétablie entre l'organisation et les facultés, afin d'arriver au but pour lequel s'exercent ces facultés du tout, comme le prouve chaque partie, par exemple, l'œil, l'appareil auditif, etc. Dans les cristaux, au contraire, on n'aperçoit aucune trace d'harmonie entre la configuration et l'activité du tout, parce que le cristal, pris dans son ensemble, n'est point un tout harmonique composé de tissus hétérogènes, mais qu'il a été produit par une agrégation d'éléments ou de molécules homogènes soumises aux mêmes lois de l'agrégation cristalline. C'est pourquoi aussi les cristaux ne croissent que par des additions extérieures aux parties qui ont été formées les premières, tandis que l'organisation diverse des parties unies ensemble dans le corps organique est simultanée la plupart du temps, de sorte que l'accroissement de ce corps part presque toujours simultanément de toutes les particules actives de sa substance, et que l'augmentation de sa masse ne s'effectue pas, comme dans les corps inorganiques, par simple apposition à l'extérieur.

La seule chose qu'on puisse comparer dans les corps organiques et inorganiques est la manière dont la symétrie se trouve réalisée dans les uns et les autres. Les cristaux ont des faces, des arêtes, des angles, symétriques et non symétriques. Les animaux aussi ont des parties symétriques et d'autres non symétriques, et les lois de la configuration organique, tant symétrique que dépourvue de symétrie, montrent des modifications semblables. Nous distinguons par exemple : 1° un type symétrique radié chez les radiaires, où des parties homogènes se groupent autour d'un centre commun, et où la symétrie ne manque que dans les côtés antérieur et postérieur de l'organisation rayonnante; 2° la symétrie des parties homogènes sur un type rameux, comme chez les végétaux, où les feuilles et les fleurs sont les parties symétriques qui se répètent, et chez les polypes, où l'animal est la partie symétrique implantée sur le polypier rameux; 3° la symétrie sériale dans la succession des parties symétriques d'avant en arrière chez les vers, où il n'y a de parties non symétriques que le ventre et le dos; 4° enfin la symétrie bilatérale dans la répétition de parties sembl[illegible] du corps, chez les animaux su-

périeurs et chez l'homme, où le défaut de symétrie porte sur les organes situés les uns derrière les autres, ainsi que sur les faces dorsale et ventrale. Chez beaucoup d'animaux, la symétrie latérale coexiste en partie avec la symétrie successive d'avant en arrière, comme dans les vertèbres chez ceux qui occupent le sommet de l'échelle. Abstraction faite de ce que la symétrie et le défaut de symétrie des corps inorganiques cristallisés portent toujours sur des surfaces planes et des lignes droites, ce qui est le contraire de ce qu'on voit chez les corps organisés, il y a encore cette grande différence que les parties symétriques et non symétriques des cristaux ont une composition simple, tandis que les parties qui se répètent symétriquement chez les corps organiques sont composées elles-mêmes de tissus hétérogènes. Il ne nous est pas plus donné de connaître les causes d'où dépendent les divers types de la symétrie organique, celles par exemple, qui déterminent dans le germe même la situation des axes pour la symétrie bilatérale, pour la symétrie d'avant en arrière, pour la symétrie des côtés ventral et dorsal, chez les animaux supérieurs, que de découvrir celles de la cristallisation symétrique. Du reste, dans l'organisme, les organes ne sont jamais cristallins, et, quoique certaines graisses cristallisent à l'état de pureté, ce phénomène n'a lieu que quand elles sont soumises aux influences du dehors et soustraites à celle de la force vitale : il en est de même pour le sucre, l'urée, l'acide urique. La plupart des humeurs et des matières organiques ne cristallisent même pas hors de l'organisme vivant (1).

Jusqu'ici, il n'a été question que du caractère particulier des corps organisés, qui fait qu'ils sont des touts organiques, composés d'organes hétérogènes, ayant la raison de leur existence dans le tout, pour me servir des expressions qu'employait Kant. Mais la force organique du tout, qui est la condition de l'existence des parties, possède aussi la propriété de produire, avec la matière organique, les organes nécessaires à l'ensemble. Quelques personnes ont cru que la vie ou l'activité des corps organiques était uniquement la conséquence de l'harmonie, en quelque sorte de l'engrenage des roues de la machine, et que la mort tenait à la destruction de cette harmonie. On ne peut nier cette harmonie, cet engrenage ; car la respiration dans les poumons est la cause de l'action du cœur, et le mouvement du cœur porte à chaque instant au cerveau le sang modifié par la respiration, ce qui met l'encéphale à même de vivifier tous les autres organes et de provoquer ainsi les mouvements respiratoires. Mais, ce qui donne l'impulsion à tous ces actes, c'est l'air atmosphérique dans la respiration. Toute lésion grave d'un de ces principaux ressorts du mécanisme du corps organique, le poumon, le cœur, le cerveau, peut devenir une cause de mort, ce qui leur a fait donner le nom d'*atria mortis* (2).

(1) Le canal vertébral et la cavité crânienne des grenouilles renferment, autour des parties centrales du système nerveux, une couche de matière pultacée, blanche, qui, d'après Ehrenberg et Huschke, consiste en cristaux microscopiques et en carbonate calcique. Ehrenberg a également découvert des cristaux microscopiques d'une matière organique dans le péritoine des poissons et dans l'enduit brillant argenté de la choroïde de ces animaux. (POGGENDORFF's *Annalen*, t. XXVIII.) Les otolithes contiennent aussi des cristaux.

(2) Suivant la juste remarque de Chossat (*Recherches exp. sur l'inanition*, Paris, 1843, p. 193), les physiologistes qui, avant et après Bichat, se sont livrés à l'étude des causes de la mort, n'ont point épuisé la question, en rapportant cette dernière au cerveau, au poumon et au cœur. En effet, on n'explique par là qu'un assez petit nombre de cas de mort ; et dans la phthisie pulmonaire, par exemple, on ne saurait dire qu'en général la mort arrive par asphyxie, puisqu'

La formation d'infusoires n'est point une production primitive de matière organique : elle suppose déjà l'existence d'êtres organiques, puisque aucune substance organique ne se développe jamais d'elle-même, et que les végétaux vivants paraissent avoir seuls la faculté de transformer des combinaisons binaires, comme l'eau et l'acide carbonique, en combinaisons ternaires organiques, en matière organique, tandis que les animaux vivent uniquement de matières organiques déjà formées, qu'ils n'ont pas le pouvoir d'en créer eux-mêmes avec des éléments ou des combinaisons binaires, et que par conséquent leur existence suppose celle du règne végétal. Quant à savoir comment les êtres organiques se sont produits primordialement, et comment la matière a acquis une force qui est absolument nécessaire à la formation et à la subsistance de la matière organique, mais qui, d'un autre côté, ne se manifeste non plus jamais que dans les matières organiques, c'est une question qui dépasse les limites de l'expérience. On ne peut pas trancher le nœud en disant que la force organique est inhérente de toute éternité à la matière, comme si la force organique et la matière organique n'étaient que des manières différentes d'envisager un seul et même objet; car les phénomènes organiques ne sont réellement propres qu'à une certaine combinaison des éléments, et la matière organique susceptible de vivre se résout elle-même en combinaisons inorganiques, dès que la cause des phénomènes organiques, c'est-à-dire la force vitale, vient à cesser. La solution du problème appartient à la philosophie, et non à la physiologie empirique. Or, comme la conviction a des bases tout à fait différentes en philosophie et dans les sciences naturelles, notre devoir ici est de ne pas quitter le domaine d'une expérience fécondée par le raisonnement. Il faut donc nous contenter de savoir que les forces qui font vivre les corps organisés sont d'une nature particulière, et d'examiner quelles sont les propriétés qui les caractérisent.

DE L'ORGANISME ET DE LA VIE.

Essence de l'organisation vivante.

Les corps organisés ne diffèrent pas seulement des corps inorganiques par la manière dont sont arrangés les éléments qui les constituent; l'activité continuelle qui se déploie dans la matière organique vivante jouit aussi d'un pouvoir créateur soumis aux lois d'un plan raisonné, de l'harmonie, car les parties sont disposées de telle sorte qu'elles répondent au but en vue duquel le tout existe, et c'est là précisément ce qui distingue l'organisme. Kant dit que la cause du mode d'existence dans chaque partie d'un corps vivant est contenue dans le tout, tandis que, dans les masses mortes, chaque partie la porte en elle-même. D'après ce caractère, on conçoit pourquoi une partie isolée du tout organique cesse de vivre la plupart du temps, pourquoi le corps organique est un individu, un tout indivisible. En tant que les parties sont des membres hétérogènes d'un tout, le tronc ne peut pas non plus subsister après la perte d'une partie intégrante du tout.

Ce n'est que quand des animaux ou des végétaux très simples possèdent une certaine somme de parties homogènes, ou quand les membres homogènes appartenant à un tout se prolongent dans chaque portion de celui-ci, que le tout peut être divisé, et que les segments séparés, qui contiennent encore les membres hétérogènes du tout, mais en moindre nombre, peuvent continuer de vivre. Les ra-

meaux qu'on détache d'un arbre deviennent de nouveaux individus lorsqu'on les fiche en terre. Les diverses parties des végétaux ont tant de ressemblance entre elles, qu'elles peuvent se transformer les unes dans les autres, par exemple, les branches en racines, les étamines en pétales (1). Quelques animaux simples, comme les polypes, sont dans le même cas. Les deux moitiés d'un polype qu'on a coupé en deux continuent de croître chacune à part, ainsi que le prouvent les expériences de Trembley, de Roesel et autres. Il en est également ainsi de quelques vers, par exemple des Naïdes, chez lesquels les mêmes parties hétérogènes, à peu près, des portions de l'intestin, des nerfs, des vaisseaux sanguins, se prolongent dans les divers segments du corps. On a vu ces animaux se multiplier par scission ; mais si on les divisait de telle manière que les tronçons ne continssent pas chacun les parties caractéristiques du tout, la vie ne pourrait plus subsister en eux. Chez les animaux supérieurs et chez l'homme, il y a certains organes, c'est-à-dire des membres du tout différents sous le point de vue de la qualité, qui ne peuvent être enlevés sans que la vie s'éteigne, sans que l'idée du tout soit effacée, et ces organes sont simples ou uniques, comme le cerveau et la moelle épinière, le cœur, les poumons, le canal intestinal, etc. D'autres parties, au contraire, qui n'entrent pas dans l'idée du tout comme membres absolument nécessaires, ou qui sont multiples, peuvent être retranchées. D'un autre côté, cependant, nulle partie de ces animaux ne saurait survivre à la séparation, parce qu'aucune ne conserve les membres intégrants qui caractérisent le tout. L'œuf seul, le germe même, remplit cette condition, parce que la force organique n'a point encore formé les parties intégrantes du tout : aussi, lorsqu'il vient à se séparer, se développe-t-il en un nouveau tout. Il y a donc, dans l'organisme, l'unité du tout qui plane au-dessus de la multiplicité des membres et qui la domine.

D'après les faits qui viennent d'être rapportés, on voit que les corps organiques ne sont pas absolument indivisibles. Loin de là, ils sont toujours divisibles, avec conservation de leurs forces, lorsque les segments séparés gardent encore en suffisante proportion les membres du tout qui diffèrent les uns des autres eu égard à leur qualité, et même il s'effectue une véritable scission dans la génération des animaux et des végétaux supérieurs. Les corps inorganiques, au contraire, sont divisibles dans un sens bien plus étendu, sans que les parties perdent les propriétés chimiques du tout : on peut, suivant une expression consacrée, les diviser à l'infini, c'est-à-dire, d'après la doctrine atomistique, jusqu'aux atomes primitifs, que leur petitesse soustrait à nos sens, et, dans les corps qui, sous le point de vue chimique, méritent le nom de composés, jusqu'aux atomes produits par la réunion de divers atomes constituants, lesquels sont également inaccessibles à nos sens. Cependant, parmi les corps inorganiques, il s'en trouve aussi, les cristaux, qu'on ne saurait diviser jusqu'aux particules primitives sans qu'ils perdent de leurs propriétés. Les cristaux ne se laissent diviser aisément que dans certaines directions, et les parties qu'on obtient ainsi diffèrent fréquemment du tout pour la forme, ce qui a porté quelques minéralogistes (2) à considérer les cristaux comme des individus qui doivent leur existence à la continuité d'action de la force qui les a pro-

(1) GOETHE, *Metamorphosen der Pflanzen*.
(2) *Comp.* MOHS, *Grundriss der Mineralogie*, t. I, préface, p. 6.

duits, et qui périssent quand des influences chimiques extérieures ou des influences mécaniques viennent à l'emporter sur leur force de cristallisation, sur leur dureté. Mais, quand bien même on voudrait considérer en ce sens les cristaux comme des individus, il n'en resterait pas moins cette grande différence, que les molécules sont homogènes dans tout le cristal, et que celui-ci est divisible au moins en agrégations homogènes de molécules, tandis que les corps organiques sont composés de parties différentes d'un tout, c'est-à-dire de tissus possédant des propriétés spéciales. Or tout corps inorganique est un agrégat de substances diverses mêlées ensemble, auquel il manque la relation, entre ces parties, nécessaire pour la subsistance du tout.

De ce que les corps organiques sont composés de membres hétérogènes d'un tout d'après la loi de l'harmonie, il s'ensuit aussi la nécessité d'une différence prononcée entre la configuration extérieure et intérieure de ces corps et de leurs organes et celle des corps inorganiques. Non seulement nous admirons, dans tout le règne animal, l'expression de forces prédominantes, comme, dans le cristal, le résultat d'une certaine force en une combinaison binaire; mais encore la forme des animaux et des organes témoigne que tout est disposé d'une manière rationnelle pour le jeu des forces, qu'il y a harmonie préétablie entre l'organisation et les facultés, afin d'arriver au but pour lequel s'exercent ces facultés du tout, comme le prouve chaque partie, par exemple, l'œil, l'appareil auditif, etc. Dans les cristaux, au contraire, on n'aperçoit aucune trace d'harmonie entre la configuration et l'activité du tout, parce que le cristal, pris dans son ensemble, n'est point un tout harmonique composé de tissus hétérogènes, mais qu'il a été produit par une agrégation d'éléments ou de molécules homogènes soumises aux mêmes lois de l'agrégation cristalline. C'est pourquoi aussi les cristaux ne croissent que par des additions extérieures aux parties qui ont été formées les premières, tandis que l'organisation diverse des parties unies ensemble dans le corps organique est simultanée la plupart du temps, de sorte que l'accroissement de ce corps part presque toujours simultanément de toutes les particules actives de sa substance, et que l'augmentation de sa masse ne s'effectue pas, comme dans les corps inorganiques, par simple apposition à l'extérieur.

La seule chose qu'on puisse comparer dans les corps organiques et inorganiques est la manière dont la symétrie se trouve réalisée dans les uns et les autres. Les cristaux ont des faces, des arêtes, des angles, symétriques et non symétriques. Les animaux aussi ont des parties symétriques et d'autres non symétriques, et les lois de la configuration organique, tant symétrique que dépourvue de symétrie, montrent des modifications semblables. Nous distinguons par exemple : 1° un type symétrique radié chez les radiaires, où des parties homogènes se groupent autour d'un centre commun, et où la symétrie ne manque que dans les côtés antérieur et postérieur de l'organisation rayonnante ; 2° la symétrie des parties homogènes sur un type rameux, comme chez les végétaux, où les feuilles et les fleurs sont les parties symétriques qui se répètent, et chez les polypes, où l'animal est la partie symétrique implantée sur le polypier rameux ; 3° la symétrie sériale dans la succession des parties symétriques d'avant en arrière chez les vers, où il n'y a de parties non symétriques que le ventre et le dos ; 4° enfin la symétrie bilatérale dans la répétition de parties semblables des deux côtés du corps, chez les animaux su-

périeurs et chez l'homme, où le défaut de symétrie porte sur les organes situés les uns derrière les autres, ainsi que sur les faces dorsale et ventrale. Chez beaucoup d'animaux, la symétrie latérale coexiste en partie avec la symétrie successive d'avant en arrière, comme dans les vertèbres chez ceux qui occupent le sommet de l'échelle. Abstraction faite de ce que la symétrie et le défaut de symétrie des corps inorganiques cristallisés portent toujours sur des surfaces planes et des lignes droites, ce qui est le contraire de ce qu'on voit chez les corps organisés, il y a encore cette grande différence que les parties symétriques et non symétriques des cristaux ont une composition simple, tandis que les parties qui se répètent symétriquement chez les corps organiques sont composées elles-mêmes de tissus hétérogènes. Il ne nous est pas plus donné de connaître les causes d'où dépendent les divers types de la symétrie organique, celles par exemple, qui déterminent dans le germe même la situation des axes pour la symétrie bilatérale, pour la symétrie d'avant en arrière, pour la symétrie des côtés ventral et dorsal, chez les animaux supérieurs, que de découvrir celles de la cristallisation symétrique. Du reste, dans l'organisme, les organes ne sont jamais cristallins, et, quoique certaines graisses cristallisent à l'état de pureté, ce phénomène n'a lieu que quand elles sont soumises aux influences du dehors et soustraites à celle de la force vitale : il en est de même pour le sucre, l'urée, l'acide urique. La plupart des humeurs et des matières organiques ne cristallisent même pas hors de l'organisme vivant (1).

Jusqu'ici, il n'a été question que du caractère particulier des corps organisés, qui fait qu'ils sont des touts organiques, composés d'organes hétérogènes, ayant la raison de leur existence dans le tout, pour me servir des expressions qu'employait Kant. Mais la force organique du tout, qui est la condition de l'existence des parties, possède aussi la propriété de produire, avec la matière organique, les organes nécessaires à l'ensemble. Quelques personnes ont cru que la vie ou l'activité des corps organiques était uniquement la conséquence de l'harmonie, en quelque sorte de l'engrenage des roues de la machine, et que la mort tenait à la destruction de cette harmonie. On ne peut nier cette harmonie, cet engrenage; car la respiration dans les poumons est la cause de l'action du cœur, et le mouvement du cœur porte à chaque instant au cerveau le sang modifié par la respiration, ce qui met l'encéphale à même de vivifier tous les autres organes et de provoquer ainsi les mouvements respiratoires. Mais, ce qui donne l'impulsion à tous ces actes, c'est l'air atmosphérique dans la respiration. Toute lésion grave d'un de ces principaux ressorts du mécanisme du corps organique, le poumon, le cœur, le cerveau, peut devenir une cause de mort, ce qui leur a fait donner le nom d'*atria mortis* (2).

(1) Le canal vertébral et la cavité crânienne des grenouilles renferment, autour des parties centrales du système nerveux, une couche de matière pultacée, blanche, qui, d'après Ehrenberg et Huschke, consiste en cristaux microscopiques et en carbonate calcique. Ehrenberg a également découvert des cristaux microscopiques d'une matière organique dans le péritoine des poissons et dans l'enduit brillant argenté de la choroïde de ces animaux. (POGGENDORFF's *Annalen*, t. XXVIII.) Les otolithes contiennent aussi des cristaux.

(2) Suivant la juste remarque de Chossat (*Recherches exp. sur l'inanition*, Paris, 1843, p. 193), les physiologistes qui, avant et après Bichat, se sont livrés à l'étude des causes de la mort, n'ont point épuisé la question, en rapportant cette dernière au cerveau, au poumon et au cœur. En effet, on n'explique par là qu'un assez petit nombre de cas de mort; et dans la phthisie pulmonaire, par exemple, on ne saurait dire qu'en général la mort arrive par asphyxie, puisqu

Mais l'harmonie entre les membres, nécessaire pour constituer le tout, ne subsiste cependant pas sans l'influence d'une force qui agit aussi sur le tout, ne dépend d'aucune de ses parties, et préexiste à ces dernières, car celles-ci ne sont créées qu'au moment où l'embryon se développe, et elles le sont par la force du germe. Dans un mécanisme construit avec harmonie, une montre, par exemple, le tout peut déployer une activité dépendante du concours d'action des diverses parties et mise en mouvement par une cause; mais les corps organiques ne subsistent pas seulement par une fortuite union de leurs éléments, ils produisent encore, par leurs forces propres et aux dépens de la matière organique, les organes nécessaires au tout. Cette force créatrice, intelligente, se manifeste suivant une loi rigoureuse, comme l'exige la nature de chaque animal; elle existe déjà dans le germe, avant même que les futures parties du tout soient séparées, et c'est elle qui réellement produit les membres, sans lesquels l'idée du tout ne serait pas réalisée.

Le germe est le tout *en puissance;* quand il se développe, les parties intégrantes du tout apparaissent *en acte.* En observant l'œuf couvé, nous voyons s'effectuer sous nos yeux cette centralisation de parties émanant d'un tout potentiel. Toutes les parties de l'œuf, le germe excepté, ne sont destinées qu'à la nutrition de celui-ci; la force entière de l'œuf réside uniquement dans le germe; et, comme les influences extérieures sont les mêmes pour les êtres organiques les plus divers, il faut considérer ce qu'on trouve avec la même forme chez la plupart des animaux, comme le tout potentiel de l'animal futur, doué de la force essentielle et spécifique dont ce dernier sera pourvu, et susceptible d'accroître, par assimilation de matière, le minimum de cette force spécifique et de la matière qui l'accompagne. Le germe s'étend, il enveloppe le jaune en croissant, et les organes de l'animal naissent de sa métamorphose, par une production incessante de cellules ou d'éléments actifs de formation, car les éléments du système nerveux apparaissent les premiers, et même les éléments des systèmes organiques donnent naissance à tous les détails de l'organisation par leur développement successif, de sorte que nous sommes obligés de voir dans la première trace des parties centrales du système nerveux, non pas le cerveau ou la moelle épinière, mais seulement le tout encore potentiel de ce système. De même, les parties du cœur procèdent manifestement d'un utricule homo-

le poumon, le jour de la mort, n'est ordinairement pas plus lésé qu'il ne l'était la veille, et que, la veille, il suffisait à l'oxygénation du sang. Aux trois modes indiqués par Bichat, il faut, dit Chossat, en joindre au moins un quatrième : la mort par l'appareil digestif. L'inanition est une cause de mort qui marche de front, et en silence, avec toute maladie dans laquelle l'alimentation n'est pas à l'état normal. Elle arrive à son terme naturel ou plus tôt ou plus tard que la maladie qu'elle accompagne sourdement, et peut devenir ainsi maladie principale, là où elle n'avait d'abord été qu'épiphénomène. On la reconnaît au degré de destruction des chairs musculaires, et l'on peut, à chaque instant, en mesurer l'importance actuelle par le poids relatif du corps. (*Note du trad.*)

M. Jourdan, à la mort causée par l'appareil respiratoire et par l'appareil circulatoire, ajoute avec raison la mort causée par l'appareil digestif. Mais, pour avoir le tableau complet de la *mort végétative*, il faut ajouter la mort causée par les altérations de la fonction urinaire. L'*urination*, comme l'a très bien déterminé M. Ch. Robin (*Tableaux d'anatomie*, Paris, 1851, p. 9), est une fonction, le terme *fonction* étant parallèle en biologie au terme *appareil* en anatomie. On sait, par l'étude de la pathologie, combien sont fréquentes les morts par lésions de l'appareil urinaire : le diabète et l'albuminurie fournissent les exemples les plus frappants de ces terminaisons. É. L.

gène, et le premier vestige de l'appareil digestif, sans glandes salivaires ni foie, est plus qu'un utricule intestinal, c'est le tout potentiel du futur appareil de la digestion. On ne peut plus mettre en doute aujourd'hui que le germe n'est point une simple miniature des organes futurs, comme le croyaient Bonnet et Haller ; car les rudiments des organes ne deviennent pas visibles par l'effet seul du grossissement ; ils ont un assez grand volume dès leur première apparition ; mais ils sont simples, de sorte que nous voyons les organes complexes naître peu à peu d'un organe primitivement simple.

Si Stahl avait connu ces faits, il y aurait trouvé un argument de plus en faveur de sa doctrine, que l'âme raisonnable elle-même est le premier mobile de l'organisation, qu'elle est l'unique cause de l'activité organique, qu'elle construit harmoniquement et maintient son corps d'après les lois de sa propre activité, et que c'est par son action organique qu'a lieu la guérison des maladies. Les contemporains et les successeurs de ce grand homme ne l'ont pas bien compris quand ils ont cru que, suivant lui, l'âme qui crée les idées, avec intention et conscience, est aussi ce qui donne l'impulsion à l'organisme. L'âme de Stahl est la force de l'organisation elle-même se manifestant d'après des lois rationnelles. Mais Stahl est allé trop loin en plaçant celle des manifestations de l'âme qui sont accompagnées de conscience, sur le même rang que la force de l'organisation qui se manifeste d'une manière harmonique, mais d'après une nécessité aveugle. La force organisante, qui, obéissant à une loi éternelle, produit et anime les membres nécessaires à l'existence du tout, ne réside dans aucun organe ; elle se révèle par la nutrition, même chez les monstres acéphales, jusqu'au moment de la naissance ; elle modifie le système nerveux déjà existant, aussi bien que tous les autres organes, chez la larve d'insecte qui se métamorphose, de sorte que plusieurs ganglions du cordon nerveux disparaissent, et que d'autres se confondent ensemble ; elle fait, pendant la métamorphose de la grenouille, que la moelle épinière se raccourcit à mesure que la queue perd son organisation et que les nerfs des extrémités se développent. L'activité, agissant avec harmonie et sans conscience, se déploie aussi dans les phénomènes de l'instinct. Cuvier a très bien dit que l'instinct est une sorte de rêve ou de vision qui poursuit toujours les animaux, et que ceux-ci semblent avoir dans leur sensorium des images ou sensations innées et constantes qui les déterminent à agir comme les sensations ordinaires et accidentelles déterminent communément. Mais ce qui excite ce rêve, cette vision, ne peut être que la force organisatrice agissant d'après les lois rationnelles, que la cause première elle-même d'une créature. Cette force existe dans le germe antérieurement à tous les organes, de manière qu'elle paraît n'être enchaînée non plus à aucun organe chez l'adulte. La conscience, au contraire, qui ne donne lieu à aucun produit organique, et ne forme que des idées, est un résultat tardif du développement lui-même, et elle est liée à un organe dont son intégrité dépend, tandis que le premier mobile de toute organisation harmonique continue d'agir jusque chez le monstre privé d'encéphale. La conscience manque aux végétaux, avec le système nerveux, et cependant il y a chez eux une forme d'organisation agissant d'après le prototype de chaque espèce de plante.

On ne peut donc pas regarder la force organisatrice comme analogue à la conscience, et son activité aveugle, nécessaire, ne saurait être comparée à aucune for-

mation d'idées. Nos idées du tout organique ne sont que de simples images dont nous avons la conscience, au lieu que la force organique, la cause première de l'être organique, est une force créatrice, qui imprime des changements harmoniques à la matière. L'organisme, l'être organique, est de fait l'unité de la force créatrice organique et de la matière organique. Cette force et cette matière ont-elles jamais été les idées éternelles de Platon; les prototypes créateurs se sont-ils infusés à une époque quelconque dans la matière, continuant toujours depuis lors à se rajeunir dans chaque animal? Ce sont là autant de questions sur lesquelles notre savoir n'a aucune prise, des mythes dont on ne peut donner la preuve, des traditions qui font ressortir assez clairement les bornes de notre simple conscience. Ce qui est de fait, c'est que chaque forme animale ou végétale se maintient invariable par ses produits, et que, parmi tant de milliers d'animaux et de plantes, il n'y a aucune véritable transition d'une espèce à une autre : chaque famille, chaque espèce, est liée à certaines conditions physiques de son existence sur la terre, à une certaine température, à des circonstances déterminées de géographie physique, pour lesquelles elle semble avoir été créée. Dans cette infinie diversité de créatures, dans cette légitimité des classes, familles et espèces naturelles, se manifeste une force créatrice commune, source de la vie sur la terre entière. Mais tous ces organismes, tous ces animaux, tous ces modes, pour ainsi dire, de sentir le monde ambiant et de réagir sur lui, sont indépendants depuis l'époque de leur création : l'espèce s'éteint quand les individus productifs viennent à être détruits ; le genre ne peut plus produire l'espèce, ni la famille rétablir le genre. Des animaux ont péri dans le cours des révolutions qu'a subies la croûte de la terre, sous les ruines de laquelle on les trouve ensevelis ; ils appartiennent, les uns à des genres éteints, les autres à des genres encore vivants (1).

L'unité de fait de la force organisatrice et de la matière organisée se concevrait mieux si l'on pouvait prouver que la force organisante et tous les phénomènes de la vie sont tout simplement la conséquence d'une certaine combinaison des éléments, le résultat de la composition. La différence entre la matière organique animée et celle qui est inanimée consisterait alors en ce que, dans celle-ci, le mode de combinaison des éléments aurait changé. Reil a eu la hardiesse de tenter la démonstration, dans un mémoire célèbre (2), que quelques auteurs, Rudolphi par exemple, regardent comme un chef-d'œuvre, comme un modèle de la seule manière dont on doive présenter les éléments de la physiologie. Il attribue les phénomènes organiques à la diversité originelle de la composition chimique et de la forme des corps organiques ; différence de composition et de forme, telle est, suivant lui, la cause de toute différence entre les corps organiques et leurs forces. Mais admettre deux principes, la composition et la forme, ce n'est pas résoudre le

(1) L'étude des couches superposées de la terre dans lesquelles on rencontre des débris de créatures organisées semble prouver que tous les êtres qui ont ainsi laissé leurs restes n'ont pas vécu à la fois sur notre planète, et nul vestige de l'homme n'a été trouvé dans les couches profondes des dépôts contenant des débris organiques ; mais aucun fait ne nous autorise à hasarder des conjectures touchant la première formation des créatures ; aucun ne nous montre la possibilité d'expliquer ces différences par métamorphose, puisque toutes les créations conservent invariablement la forme qui leur est donnée.

(2) *Archiv fuer die Physiologie*, t. I.

problème ; car il reste à savoir comment la composition s'est associée à la forme, ou la forme à la composition. Or la forme de la matière organique ne détermine pas primordialement le mode de ses actions ; car le germe affecte la même forme chez les animaux les plus divers, vertébrés et invertébrés : partout il se compose de la cellule de l'œuf, de la vésicule germinative et de la tache germinative. D'un autre côté, la forme des corps organiques n'est jamais déterminée que par leurs éléments ou par la combinaison de ces éléments. Reil lui-même en convient, puisqu'il dit (1) que la forme de la matière est déjà un phénomène qui dépend d'un autre, savoir de l'affinité des éléments et de ses produits. Il suivrait de là que, si la composition seule était la cause des forces organiques, la composition elle-même serait en même temps le principe formateur. Mais comme la composition, dans les corps organiques privés des forces organiques, ne paraît pas différer, immédiatement après la mort, de celle qui avait lieu pendant la vie, Reil aurait dû admettre qu'il y a des matières plus subtiles encore, inaccessibles à l'analyse chimique, qui existaient dans les corps organiques vivants, et qui manquent dans les corps organiques morts.

Il doit certainement entrer, dans la composition des substances qui constituent le corps vivant, un principe dans le sens de Reil, principe matériel, subtil et encore inconnu, ou bien la matière organique doit être redevable à l'action de causes inconnues des particularités qui la distinguent. Faut-il considérer ce principe comme un impondérable (2), ou comme une force ? C'est une question non moins difficile à résoudre que des problèmes analogues soulevés en physique par plusieurs phénomènes importants ; et la physiologie n'est point ici en arrière des autres sciences naturelles, car les propriétés du principe dont il s'agit sont tout aussi bien connus dans les effets des nerfs que celles de la lumière, de la chaleur et de l'électricité le sont en physique. En tout cas, sa locomotion est une chose certaine : une infinité de phénomènes vitaux nous montrent qu'il se meut dans l'espace. Nous voyons que les parties roides par le froid, qui les a privées du sentiment et du mouvement, se raniment peu à peu à partir des limites de celles qui ne sont pas engourdies ; cette communication est plus prononcée encore après qu'on a cessé d'exercer sur un nerf la compression qui avait donné lieu à l'engourdissement du membre. La fibrine exsudée à la surface d'un organe, dans l'inflammation, s'anime et s'organise. La force organique agit au delà des limites des organes lors de la métamorphose de la matière animale dans les vaisseaux, lors de la transformation du chyme et de celle du chyle, qui acquiert de nouvelles pro-

(1) *Loc. cit.*, p. 17.

(2) En physique, par l'influence des idées métaphysiques qui régnaient alors, on admit des fluides hypothétiques, le fluide électrique, le fluide magnétique, le fluide calorique, le fluide lumineux, qui étaient chargés de représenter les phénomènes électriques, magnétiques, caloriques, lumineux, offerts par les corps. Mais qu'étaient de pareils fluides ? et comment en prouver l'existence, puisque leur caractère était de n'en avoir aucun, c'est-à-dire d'être impondérables, intangibles et invisibles ? à quoi servaient-ils, sinon à embarrasser, par leur présence et leurs qualités supposées, toutes les spéculations réelles ? Naturellement, la biologie, postérieure dans son développement, a hérité de cette manière de philosopher ; et elle aussi a voulu avoir son fluide impondérable, le fluide nerveux. Il est grand temps de se délivrer de cette conception non-seulement inutile, mais encore nuisible, et de considérer l'état réel des choses, à savoir, des tissus et des propriétés. É. L.

priétés en suivant la filière des vaisseaux lymphatiques. Elle agit sur le sang à travers les parois des vaisseaux, et le maintient liquide, tandis qu'après sa sortie des vaisseaux il se coagule sous presque toutes les conditions, quand il n'est pas décomposé. Un liquide même qui s'est extravasé, ou qui s'est accumulé par l'effet d'une maladie, résiste plus longtemps à la putréfaction dans le corps vivant qu'au dehors, ce qui ne tient pas uniquement au défaut d'accès de l'air, puisqu'il arrive souvent, lorsque les forces baissent, que du sang et du pus se décomposent dans le corps. Enfin, on peut citer, avec Autenrieth, l'aptitude des parties animales qui fait que tantôt elles reçoivent et tantôt elles perdent de la force vitale, et que celle-ci s'accumule souvent avec rapidité dans un organe.

Quelque certitude que tous ces faits donnent de l'existence ou d'une force agissant souvent avec rapidité et susceptible de se propager dans l'espace, ou d'une substance impondérable, rien ne nous autorise à admettre l'identité de cette dernière avec les impondérables connus, avec les forces générales de la nature, chaleur, lumière, électricité. Loin de là, le moindre examen suffit pour faire rejeter toute idée d'un semblable rapprochement. Le magnétisme dit animal sembla d'abord répandre quelque jour sur ce sujet énigmatique. On crut que le frottement d'un homme par un autre, l'apposition des mains, etc., produisaient des effets remarquables, dépendant de la transmission d'un prétendu fluide zoomagnétique, que quelques personnes s'imaginaient même pouvoir accumuler à l'aide de certains appareils; mais l'histoire du magnétisme animal est devenue un déplorable tissu de mensonges et de déceptions (1); elle n'a montré qu'une seule chose, c'est combien peu la plupart des médecins ont d'aptitude pour l'observation empirique, et combien ils sont loin de posséder l'esprit d'examen si généralement appliqué dans les autres sciences physiques. Il n'est aucun fait dans cette histoire qui ne soulève des doutes, et l'on n'a la certitude que d'une seule chose, le nombre infini des illusions. La médecine ne fournit non plus aucun fait conciliable avec les merveilles du magnétisme animal, si ce n'est qu'on a souvent répété, sans cependant qu'il y ait encore de certitude à cet égard, que certains paralytiques avaient été guéris par l'immersion de leurs membres dans le sang d'animaux égorgés depuis peu, à quoi on peut ajouter les contes si répandus sur le prétendu rajeunissement des vieillards et des cacochymes par la fréquentation et la transpiration de jeunes enfants bien portants.

Conditions extérieures de la vie.

On a vu jusqu'ici que les corps organiques sont composés de matières qui présentent des combinaisons particulières, inconnues dans la nature inorganique, c'est-à-dire, ternaires, quaternaires, ou même plus complexes encore. Ces combinaisons ne se produisent que dans les corps organiques, tant que ceux-ci sont actifs ou vivants. Les corps organiques sont en outre formés d'organes, c'est-à-dire de membres du tout, différents les uns des autres sous le rapport de la qualité, et non seulement ils en sont constitués, mais encore ils les procréent par leur propre force. La vie n'est donc pas une simple conséquence de l'harmonie et de

(1) Burdin et Dubois, *Hist. académique du magnétisme animal.* Paris, 1841, in-8.

l'action réciproque de ces membres; elle commence à se manifester avec une force ou une substance impondérable qui agit dans la matière du germe, entre dans sa composition, et communique à la combinaison organique des propriétés dont la mort amène l'extinction.

Mais l'action de la force organique n'est point absolue. La composition et la force nécessaires pour la vie peuvent exister, et cependant ne pas se manifester par des phénomènes vitaux. Or cet état de repos de la force organique, tel qu'il a lieu dans le germe fécondé, mais non couvé de l'œuf, ou dans l'œuf végétal, tant qu'il ne germe pas, doit être bien distingué de la mort. Ce n'est point non plus la vie, c'est seulement une aptitude spéciale à vivre. La vie elle-même, la manifestation de la force organique, commence sous l'influence de certaines conditions, savoir, la chaleur, l'air atmosphérique, l'air dissous dans l'eau pour les œufs qui subissent l'incubation dans ce liquide, et l'afflux de substances nutritives humectées, par conséquent de la matière alimentaire et de l'eau, et ces conditions demeurent nécessaires à la vie, qui ne peut se manifester qu'autant qu'elles subsistent.

L'œuf animal ou végétal ne demeure germe qu'autant qu'il reste parfaitement tranquille, sans nul conflit avec le monde extérieur; pendant tout ce temps il est apte à se développer, et sa force créatrice le maintient; mais elle garde le repos et ne se manifeste pas. Les œufs des animaux peuvent ainsi se conserver longtemps, pourvu qu'ils soient soustraits à l'influence de l'air et de la chaleur. La facilité de se développer se maintient durant l'hiver dans beaucoup d'œufs d'insectes, et l'on voit des œufs d'insectes appartenant aux contrées d'outre-mer éclore dans les jardins de botanique d'Europe. De même, on assure que des graines de beaucoup de plantes phanérogames conservent la faculté de germer pendant vingt ans sous l'eau, et jusqu'à cent ans dans la terre, hors de toute action de l'air atmosphérique (1). Treviranus parle, d'après Van Swiéten, de graines d'acacies qui ont germé au bout de quatre-vingts ans, et de haricots qui en ont fait autant au bout de deux cents ans: il cite même un oignon retiré de la main d'une momie d'Égypte, qui avait peut-être vingt siècles d'âge, et auquel on parvint à faire pousser des rejetons (2). Mais dès que les influences de la nature extérieure entrent en jeu, le germe se développe, s'il en était susceptible, ou il pourrit, comme fait un organisme déjà développé, quand les conditions extérieures nécessaires à son développement intérieur viennent à manquer, ou il tombe dans un état de mort apparente, comme durant le sommeil d'hiver, ou enfin il meurt tout à fait. La force vitale latente du germe n'a donc besoin d'aucun stimulant extérieur pour continuer de subsister en repos; mais il en faut à la vie développée, à celle qui se manifeste.

Le calorique, l'eau, l'air atmosphérique et la substance nutritive, nécessaire à la vie, déterminent, en l'entretenant, des changements matériels continuels dans les corps organiques; ils se combinent avec ces derniers, dont en même temps certaines parties constituantes se décomposent et sont rejetées au dehors. On a donné aux impressions que produisent les conditions extérieures de la vie le nom d'*incitations*. Cependant il faut bien les distinguer d'une foule d'autres incitations qui

(1) *Annales des sc. nat.*, t. V, p. 380.
(2) TREVIRANUS, *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, p. 47.

ne sont pas nécessaires à la vie, et l'on ne doit jamais perdre de vue qu'elles déterminent la manifestation des phénomènes de cette dernière par des changements matériels, par des échanges de substances pondérables et impondérables, attendu qu'elles entretiennent continuellement la composition des humeurs, par exemple du sang, qui sont nécessaires au maintien de la vie. Le sang modifié par elles incite à son tour tous les organes, c'est-à-dire produit en eux des changements matériels organiques sans lesquels la vie ne saurait subsister, et un échange de substances pondérables et impondérables, phénomènes qu'accompagnent la décomposition de quelques unes des parties qui constituent déjà ces organes et leur rejet hors du corps. Les nerfs des animaux déterminent aussi des changements matériels dans les organes, et l'agent, vraisemblablement impondérable, qui réside en eux est un incitant interne de haute importance.

On a donné le nom d'*incitabilité* à la propriété qu'ont tous les corps organiques de subir continuellement, par l'influence des incitations qui viennent d'être énumérées, certaines métamorphoses matérielles nécessaires à l'exercice de la vie. Ces incitations sont en quelque sorte l'impulsion extérieure qui détermine le jeu des rouages de la machine entière. Quelque peu convenable que puisse être la comparaison avec un mécanisme, la force qui, dans les corps organiques, crée le mécanisme nécessaire à la vie, n'est cependant capable de produire aucun acte sans cette impulsion du dehors, et sans de continuelles métamorphoses matérielles opérées avec le secours des incitants extérieurs de la vie. C'est pourquoi Richerand a comparé, non sans raison, les phénomènes de la vie à ceux de la combustion et de la flamme. La manifestation du feu ne dure qu'autant qu'ont lieu les combinaisons et séparations nécessaires à la combustion; l'oxygène se combine avec le corps qui brûle, de la chaleur se dégage, et tant qu'il y a de l'oxygène et des matériaux combustibles, les phénomènes de l'ignition durent. Je suis fort éloigné de vouloir faire dépendre la vie d'une combustion; tout ce que je prétends dire, c'est qu'ici comme là s'opèrent incessamment certaines combinaisons et séparations de matières qui déterminent, dans un cas les phénomènes de la combustion et de l'ignition, dans l'autre les manifestations de la force organique; c'est que les incitants de la vie sont, pour les corps organiques, la même chose que l'oxygène de l'atmosphère et les combustibles pour l'apparition du feu, sans toutefois qu'on appelle l'oxygène l'incitant de la flamme; c'est enfin que, si l'on n'admettait pas de changements matériels continuels provoqués par les incitants, si l'on refusait de croire à une succession non interrompue de combinaisons et de séparations de substances pondérables et impondérables, le terme d'excitant de la vie serait vide de sens, ou même exprimerait une idée fausse. Seulement il ne faut pas perdre de vue que les changements matériels produits par les incitants de la vie n'engendrent pas de nouvelles combinaisons binaires dans l'organisme, quoiqu'il entre alors en action des substances de la nature inorganique, que les seules de ces combinaisons qui se forment, comme l'acide carbonique, sont le résultat d'une décomposition, et doivent être rejetées au dehors, tandis que l'oxygène, qui se mêle en partie au sang pendant l'acte de la respiration, change la nature du sang, et que le sang modifié doit déterminer, dans les organes doués de la force organique, des changements matériels tout différents de ceux qu'on peut se figurer dans un corps mort.

Ces conditions générales de la vie, ces incitations qu'on peut appeler *intégrantes*, sont communes aux végétaux et aux animaux. La lumière est indispensable surtout aux plantes; elle est moins immédiatement nécessaire aux animaux, quoique sa soustraction produise les scrofules et le rachitisme; un grand nombre de ces derniers, particulièrement les entozoaires, en fournissent la preuve, et son absence n'est nuisible aux organismes animaux qu'en tant qu'elle modifie les autres conditions de la vie. Les conditions indispensables à la vie des animaux sont non seulement l'ingestion de nouvelles substances, mais encore, et surtout, celle de matières déjà organisées, tandis que les végétaux se nourrissent de matières organisées en parties réduites en combinaisons binaires, et qu'ils convertissent ces combinaisons binaires en combinaisons ternaires. Du reste, il y a nécessité absolue de matière nouvelle, de chaleur, d'eau et d'air atmosphérique, pour que les êtres organiques se développent, continuent de vivre, et croissent.

On s'est beaucoup trompé en mettant les incitations vivifiantes au même rang que d'autres incitations qui n'entrent pas essentiellement dans la composition des corps organiques et n'en augmentent point les forces. Une incitation mécanique qui modifie l'état d'une membrane sensible, par exemple la pression, détermine bien un phénomène de vie, la sensation, mais elle ne vivifie pas, elle n'accroît point les forces organiques; au lieu que les incitations absolument nécessaires à la vie contribuent essentiellement à la formation même de la matière organique. Les aliments ne sont pas uniquement des incitants pour les corps organiques; ils ont eux-mêmes l'aptitude à vivre; ce sont des incitants qui vivifient, et qui peuvent être vivifiés. L'homme, dans l'état de santé, ne peut guère s'en passer plus d'une semaine sans que la conséquence soit mortelle; mais on a vu des reptiles jeûner pendant plusieurs mois, ce qui est surtout connu à l'égard des serpents et des tortues. L'eau, qu'elle entre comme telle dans les combinaisons organiques, ou que celles-ci en admettent seulement les éléments, est indispensable aussi à la manifestation de la vie, parce que les parties animales ne peuvent vivre sans être ramollies par elle. L'air atmosphérique est une condition si nécessaire aux phénomènes vitaux, que la vie des animaux supérieurs ne saurait subsister un seul instant sans la respiration, sans les modifications que la respiration apporte au sang, et sans l'influence de ce sang modifié sur les organes. Il peut arriver que les aliments manquent pendant un certain laps de temps, comme chez les reptiles; il peut se faire que les organes soient plus ou moins longtemps à recevoir du sang des substances nutritives nouvelles; mais le changement que le sang produit dans les organes par la respiration ne peut être interrompu que très peu de temps chez les reptiles, et que durant quelques secondes chez l'homme. Enfin, la chaleur, importante surtout dans les commencements de la vie animale, où le nouvel être ne peut encore en produire lui-même, et généralement indispensable à tous les êtres organiques, végétaux et animaux, paraît entrer aussi dans la composition des êtres organiques; car les actions organiques exigent une température déterminée dans chaque animal et dans chaque végétal; nous savons aussi que les actions chimiques de combinaisons binaires exigent une certaine température, qu'elles absorbent une quantité déterminée de calorique pour la formation de combinaisons nouvelles. Sous l'influence de toutes ces conditions, substance alimentaire, eau, air atmosphérique et chaleur, l'être organique se développe spontanément de son germe, parce qu'il

s'opère alors une décomposition continuelle de la matière organique existante, et que les phénomènes vitaux sont eux-mêmes, en grande partie, les résultats d'une formation continuelle de matières nouvelles, d'une décomposition continuelle des matières présentes, en un mot de changements incessants dans la matière organique. Il n'est pas encore bien démontré que l'électricité soit nécessaire au développement de la vie.

Mais la manière dont les êtres vivants dépendent des divers incitants de la vie n'est pas la même partout. W. Edwards a observé que les animaux à sang chaud qui viennent de naître ont plus besoin de la chaleur que les adultes, et qu'ils ne peuvent vivre sans elle, tandis qu'ils supportent bien plus longtemps d'être tenus sous l'eau sans respirer (1). L'animal adulte est lié à une certaine température par les conditions vitales de son espèce, ce qui fait que certains départements géographiques lui sont assignés pour y déployer pleinement ses facultés.

Les animaux à sang froid sont ceux qui peuvent se passer le plus longtemps des incitants. Les mollusques, les insectes, les scorpions, les serpents et les tortues vivent des mois entiers sans nourriture, tandis que l'homme bien portant peut à peine supporter l'abstinence pendant une semaine sans périr de faim. Divers insectes vivent plusieurs jours dans des gaz méphitiques, par exemple les larves d'œstres, d'après les expériences de Schroeder van der Kolk. On a tenu des mollusques durant vingt-quatre heures sous le récipient de la machine pneumatique sans qu'ils mourussent. Les reptiles vivent très longtemps sans respirer, quelques heures dans l'eau privée d'air, suivant Spallanzani et W. Edwards, dix à vingt heures dans l'eau imprégnée d'air ; des grenouilles auxquelles j'avais enlevé les poumons vécurent encore trente heures. Cependant les nombreux récits de crapauds et autres animaux qu'on prétend avoir trouvés vivants dans des blocs de marbre, dans des arbres, ne sont très probablement que des contes, quoique Hérissant et Edwards aient vu vivre pendant quelque temps des reptiles qu'ils avaient ensevelis dans du plâtre ! Edwards s'est convaincu que le plâtre est perméable à l'air atmosphérique ; de sorte que, quand on plongeait la masse dans du mercure, les reptiles périssaient aussi promptement que si on les eût tenus sous l'eau (2).

La complication de l'organisme accroît la dépendance mutuelle des organes. De là vient que les animaux simples survivent plus longtemps aux lésions que ceux des classes supérieures. Les animaux inférieurs sortent beaucoup plus facilement de l'état d'asphyxie. Spallanzani, Fontana, Schultze, ont vu des rotifères desséchés reprendre vie, même au bout d'un long espace de temps, quand on les mettait dans l'eau. Steinbuch et Bauer ont fait la même remarque sur les vibrions des graines malades du froment et d'une espèce d'*Agrostis*, lorsqu'ils humectaient ces graines au bout de plusieurs années. Malgré les plus graves lésions, les reptiles donnent encore pendant longtemps des signes de vie, et l'on sait combien l'incitabilité tarde à s'éteindre dans les muscles et les nerfs de ces animaux. La vie est

(1) EDWARDS, *De l'influence des agents physiques sur la vie*. Paris, 1824. *Comp.* LEGALLOIS, *Expériences sur le principe de la vie*, dans *Œuvres complètes*, Paris, 1824, t. I, p. 1 et suiv.

(2) *Voy.* l'ouvrage précité de W. Edwards. *Comp.* aussi BUCKLAND dans FRORIEP's *Notizen*, t. XXXIII.

plus tenace aussi chez les jeunes animaux, vraisemblablement à cause de leur plus grande simplicité (1).

Caducité des corps organiques.

Les corps organiques sont périssables : tandis que la vie, avec une apparence d'immortalité, passe d'un individu à un autre, les individus eux-mêmes périssent; mais quand tous les individus meurent, une espèce végétale ou animale disparaît, comme le prouve la géologie. La force organique s'écoule, en quelque sorte, des parties qui produisent dans d'autres de production nouvelle, tandis que les anciennes périssent. Autenrieth a dit (2) : « Ceux des corps organiques qui poussent sans cesse de nouvelles racines, comme les plantes rampantes par leurs stolons, et certains arbres par leurs branches, sont les seuls qui ne meurent pas. » Chez ceux-là, un moment arrive où le nouveau rejeton est à la fois partie intégrante de l'ancien corps organique et nouveau corps organique subsistant de soi-même. Mais là aussi l'ancien tronc périt toujours, et la force vitale ne continue » plus d'agir que dans le nouveau rejeton, qui, à son tour, s'allonge également » d'un côté, tandis qu'il meurt de l'autre. Ce qui a lieu simultanément dans cette » circonstance, c'est-à-dire la mort d'un côté, et la formation, de l'autre côté, » d'un nouveau corps qui continue de vivre, arrive séparément chez l'homme et » chez les animaux parfaits. L'enfant se détache de la mère, comme nouveau » corps apte à vivre, avant que celle-ci meure, et la mère meurt un jour, tandis » que l'espèce semble être immortelle. » La question de savoir pourquoi les corps organiques périssent, et pourquoi la force organique passe des parties productives, qui meurent, dans les jeunes produits vivants de ces corps, est une des plus ardues de la physiologie générale; nous ne sommes pas en état de résoudre l'énigme, et tout ce que nous pouvons faire, c'est d'exposer la succession des phénomènes. On ne satisferait personne en répondant que les influences inorganiques usent la vie peu à peu, car alors la force organique devrait commencer à diminuer dès le début de l'existence d'un être; or on sait qu'elle est encore tellement parfaite au temps de la virilité, qu'elle se multiplie alors par formation de germes. Il doit donc y avoir une tout autre cause, plus profondément cachée, qui amène la mort de l'individu, tandis qu'elle assure la propagation de la force organique d'un individu à un autre, et rend par là cette force impérissable.

On pourrait dire aussi que la caducité croissante des corps organiques par les progrès de l'âge tient à l'accumulation en eux de certaines substances décomposées, dont l'affinité chimique se met en équilibre avec la force vitale. Mais, dans cette

(1) J'ai vu des fœtus de lapin, qui avaient été tirés de la matrice, vivre un quart d'heure sous le récipient de la machine pneumatique. Legallois dit que, quand on cherche à tuer des animaux, un, cinq, dix, et ainsi de suite, jusqu'à trente jours après la naissance, en les plongeant sous l'eau, leur enlevant le cœur, ou leur ouvrant la poitrine, la durée de la sensibilité se raccourcit tous les cinq jours, de sorte qu'elle est, par exemple, d'un quart d'heure après la naissance, et de deux minutes et demie seulement le trentième jour. Il a fait la même remarque sur la durée de la circulation après la section de la moelle épinière ou l'amputation de la tête; mais tous ces phénomènes s'expliquent complétement par l'axiome, que plus les parties d'un tout ont pris de développement, plus elles doivent être dépendantes les unes des autres.

(2) *Physiologie*, t. I, p. 112.

hypothèse aussi, la force organique devrait diminuer à partir du commencement même. Ainsi Dutrochet attribue la vieillesse à l'accumulation croissante de l'oxygène dans le corps animal; mais cette prétendue accumulation ne repose sur aucune preuve. Tout ce qu'il nous est permis de faire, c'est de montrer la connexion des phénomènes avec le développement. Si l'on compare le germe d'un être organique avec l'état de celui-ci dans l'âge le plus avancé, on voit que le tout, qui, d'après Kant, est la cause de l'existence de toutes les parties, consiste presque uniquement, à cette dernière époque, dans le conflit de ses diverses parties et de leurs forces, de même qu'un mécanisme ne subsiste que par l'action mutuelle de ses rouages; dans le germe, au contraire, la force qui renferme la cause de la production de toutes les parties est encore indivise : le principe organique s'y trouve en quelque sorte à l'état de concentration extrême, l'aptitude à se développer y est aussi grande que possible, et le développement réduit à ses moindres proportions. Lorsque la force organique a agi pendant quelque temps, et que l'organisme s'est développé jusqu'au point d'atteindre l'âge de la jeunesse, nous avons sous les yeux, non plus une chose simple, avec la force indivise du tout, mais une chose multiple, avec des forces divisées. Mais plus la force du tout est divisée, plus l'organisme semble perdre l'aptitude à être animé par l'influence des incitants généraux de la vie; plus l'affinité, si l'on peut parler ainsi, diminue entre la matière organique et les incitants, qui allument la vie à l'instar d'une flamme, de sorte que, quand le développement est achevé, quand la vie immortelle a besoin d'être garantie, il y a nécessité de la production d'un germe qui, par cela même qu'il possède la force encore indivise, a également encore, pour ainsi dire, la plus grande affinité pour les incitants de la vie, affinité dont l'intensité diminue à mesure que l'organisme se développe. Ceci ressemble à une explication, et cependant n'est au fond qu'un simple exposé de l'enchaînement des phénomènes, dont on ne peut même pas assurer qu'il soit exact.

Abordons maintenant la seconde question, celle de savoir pourquoi la matière est continuellement périssable pendant la vie d'un être organique, et pourquoi elle a besoin d'être remplacée sans cesse par de nouvelle matière organique. Ce cas a lieu beaucoup moins chez les végétaux que chez les animaux; du moins ne l'y observe-t-on guère que dans la mort graduelle des anciennes feuilles : car, ainsi que Tiedelmann en a fait la remarque, les tissus une fois formés sont longtemps sans subir aucun changement de matériaux constituants. Chez les animaux, au contraire, il y a changement continuel de substance. Cependant Tiedelmann attribue cette différence à ce qu'il existe, dans le règne animal, des déploiements de force qui produisent des changements dans le *substratum* matériel des organes comme semble le faire l'action des nerfs (1).

Sniadecki (2), qui s'est occupé spécialement de ce problème, donne l'épithète de vivifiables aux matières qui peuvent servir à la nutrition des corps organiques. Mais l'aptitude de ces matières à être vivifiées est tout à fait générale; elle est également susceptible de revêtir toutes sortes de formes, tant que des influences déterminées n'agissent pas sur elle, et par cela même elle n'a point de forme précise.

(1) *Traité de physiologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1831, t. I, p. 399.
(2) *Theorie der organischen Wesen*. Nuremberg, 1821.

La matière organique tend donc d'une manière générale à la vie et à l'organisation. Mais dès qu'une certaine portion de cette matière tombe sous la puissance d'un individu quelconque, la force individuelle imprime une certaine direction à sa tendance générale : de là viennent la configuration individuelle et locale, le genre et le mode de la vie. Toute organisation particulière est donc le résultat de deux tendances : l'une générale, qui réside dans la matière elle-même, et en vertu de laquelle certaines substances tendent à la vie et à l'organisation en général ; l'autre particulière, qui réside dans les individus, et qui détermine l'espèce de cette vie, la forme de cette organisation. Par conséquent, la particule de matière vivifiable qui a subi en partie ou en entier l'effet d'une certaine force individuelle, et qui jouit proportionnellement de la vie, doit, attendu qu'elle n'a pas pour cela cessé d'être vivifiable, tendre, en raison même de cette propriété, à continuer de vivre et de prendre toutes les autres formes organiques, celles-là seules exceptées qu'elle possède déjà. Donc si on la compare avec une matière vivifiante totalement inorganisée encore, et qui, comme elle, tend à revêtir toutes les formes, elle doit, de toute évidence, paraître moins vivifiable que celle-là. Cette diminution de son aptitude à être vivifiée doit être égale à la tendance qu'elle avait à revêtir la forme particulière dont elle se montre douée, parce que cette tendance particulière est déjà satisfaite et pour ainsi dire saturée. Sniadecki conclut de là que l'aptitude à vivre de la matière dans les individus est, pour ceux-ci, en raison inverse de la force organique dont la matière a déjà subi l'influence, ou que la matière qui arrive dans les êtres organiques, et que les uns, les animaux, prennent à l'état de combinaison organique toute faite, tandis que les autres, les végétaux, la convertissent préalablement en combinaison organique, perd, à proprement parler, autant de son aptitude à être vivifiée qu'elle acquiert de force individuelle, qu'en conséquence elle perd la capacité de recevoir une forme donnée dans la même proportion qu'elle revêt cette même forme. Donc, dès qu'elle devient complétement organisée, et qu'elle subit la totalité de la force individuelle, elle perd toute aptitude à vivre par rapport à cet individu ; alors la force organique n'a plus aucun pouvoir sur elle, elle devient non vivifiable et inerte au milieu du corps vivant, et elle n'est plus bonne qu'à être rejetée hors du corps. Voilà comment Sniadecki explique le changement continuel des matières organisables dans les corps organiques.

Cette explication une fois admise, rien assurément n'est plus facile que de se rendre raison des phénomènes généraux dans les corps organiques, comme Sniadecki l'a fait avec une surprenante simplicité et d'une manière très conséquente. Mais on peut révoquer en doute la justesse des propositions sur lesquelles elle repose. Suivant Sniadecki, la seule chose essentielle, dans les corps vivants, est la force organique et non la matière organisée. La force organique se manifeste aussi longtemps qu'elle organise, c'est-à-dire tant qu'il n'existe pas de matière organisée ; celle-ci elle-même n'en possède point, ne peut servir à rien, et n'est bonne qu'à être expulsée. Mais, dans cette hypothèse, les matières excrémentitielles devraient porter le caractère d'une organisation parfaite, et être réorganisables par d'autres êtres organiques et par leur force organique : c'est ce qui n'a pas lieu. Les excréments les plus généraux sont l'urine et l'acide carbonique rejeté par la respiration. Or ces matières ne sont plus organisables par les êtres du règne animal, ce sont des substances animales décomposées. Il serait bien plus co

nable d'admettre que ce qui est organisé par un corps organique participe à la force organique en proportion de ce qu'il acquiert d'organisation. La force organisatrice est divisible dans beaucoup d'êtres organiques simples, lorsque la matière organisée vient à être divisée. Ceci conduit à un principe totalement opposé à celui de Sniadecki, qui prétend que la matière perd de l'aptitude à vivre en proportion de la vie qu'elle acquiert. Nous, au contraire, nous disons que la matière est vivante proportionnellement à ce qu'elle a reçu de force vivifiante, qu'elle est vivifiante en raison directe de la vie qui l'anime déjà, qu'elle manifeste sa force vivifiante sur d'autres matières, mais seulement avec le concours de certains incitants, qui, en se combinant avec les parties organisées, expulsent d'autres substances. Quand certains incitants pénètrent dans le sang, par exemple durant la respiration, et qu'ils agissent ensuite sur les parties organiques, l'affinité entre certaines parties de la matière organisée et l'incitant du sang devient plus grande que celle des parties de la matière organique entre elles. La vivification de la matière organisée par un mode qui s'accompagne d'élimination, la rend de nouveau apte à recevoir des substances nutritives; mais, à mesure qu'une matière devient animée, elle acquiert l'aptitude à animer et organiser elle-même d'autres matières; elle ne devient pas un excrément, mais elle prend part à la force organisatrice de la matière déjà existante.

La cause qui fait que des matières organiques sont continuellement décomposées et rejetées au dehors, chez les corps organisés, peut, au premier coup d'œil, être rapportée à la circonstance suivante. La conversion des aliments en substance nutritive peut donner lieu à l'élimination de certaines matières, qui contiennent un excès d'éléments incapables de servir. Ainsi les végétaux, quand ils convertissent l'acide carbonique et l'eau en une combinaison ternaire, en matière végétale, laissent échapper l'oxygène excédant. Chez les animaux, les principales matières excrémentitielles, celles dont il n'y a plus aucun moyen de tirer parti, sont l'acide carbonique et l'urine. A la vérité, les animaux éliminent tout autant de matière qu'ils en reçoivent; mais une partie de ce dont ils se débarrassent constitue les excrétions véritablement hors d'état de servir, tandis que beaucoup de choses ont des destinations particulières, ou sont accidentellement entraînées au dehors, comme le mucus intestinal et peut-être aussi la bile. Les matières excrémentitielles qui sortent de l'intestin, se composent elles-mêmes en partie des aliments qui ont été ingérés; mais l'acide carbonique et l'urine, outre qu'ils émanent des parties organiques elles-mêmes, ne sont absolument propres à rien. A la vérité, l'urine change de nature suivant la nourriture, de sorte qu'évidemment elle entraîne aussi certaines parties inutiles des aliments, avant qu'elles soient totalement organisées. Mais les parties constituantes de ce liquide ne changent cependant pas chez des animaux qui ne reçoivent aucune nourriture, et qui, comme certains reptiles ophidiens ou chéloniens, jeûnent pendant des mois entiers. Il est donc certain que l'urine entraîne des parties inutiles, qui sont par elle soustraites aux substances déjà organisées des animaux, et que l'exercice de la vie met la matière hors de service. De même, les chrysalides des insectes, au temps de leur métamorphose, quand elles ne prennent absolument rien, produisent cependant des substances excrémentitielles par leurs vaisseaux de Malpighi, et nous savons que ces vaisseaux sécrètent de l'acide urique. De même encore l'embryon des

animaux supérieurs produit une excrétion particulière par les corps de Wolff, avant que les reins soient entrés en fonction.

Quant à ce qui concerne le conflit des corps animaux avec l'air atmosphérique, nous n'avons point encore pu nous former une théorie rationnelle des causes de cette liaison si nécessaire à la vie; mais l'hypothèse suivant laquelle la respiration fournirait les éléments qui manquent à la formation de la matière animale, ou entraînerait au dehors ceux qui sont superflus pour cette formation, est aussitôt réfutée par le fait que la plupart des animaux reçoivent la substance animale toute formée déjà, que les reptiles respirent, consomment l'oxygène de l'atmosphère, et expirent de l'acide carbonique, alors même qu'ils restent des mois entiers sans prendre aucune espèce de nourriture.

Les substances que l'exercice de la vie élimine constamment, même quand il n'y a pas ingestion de matières alimentaires, c'est-à-dire l'acide carbonique, l'urée et l'acide urique, sont incapables de nourrir d'autres animaux. L'acide carbonique est déjà une combinaison binaire produite par la décomposition de la matière animale; quant à l'urée, elle se rapproche beaucoup d'une combinaison binaire, ou peut-être même en est-elle déjà une; du moins se convertit-elle très aisément en cyanite ammonique, ainsi que l'a fait voir Wœhler. Comme ces deux excrétions continuent alors même que le corps animal ne reçoit pas d'aliments, il s'ensuit nécessairement que la vie entraîne par elle-même une décomposition continuelle de substance déjà organisée. Et les choses ne pourraient non plus être autrement, s'il est vrai, ce que j'ai prouvé précédemment, que la force organique ne se manifeste, dans un animal, qu'autant que certains incitants déterminent, dans les parties vivantes, de continuelles métamorphoses matérielles, dont les phénomènes vitaux ne sont que des manifestations, comme le feu est la manifestation de la métamorphose matérielle qui s'effectue dans l'acte de la combustion. L'impulsion est donnée par la respiration aux métamorphoses matérielles; le sang, continuellement changé par cette fonction, provoque, à son tour, des changements continuels dans l'organisme; les parties déjà subsistantes des organes laissent échapper les produits généraux de la décomposition, l'acide carbonique et les principes constituants de l'urine, très riches en azote, l'urée et l'acide urique; et cette décomposition de la matière organique, qui accompagne l'exercice de la vie, rend nécessaire l'afflux de nouvelles matières nutritives qui subissent l'action de la force organisatrice. Une partie organique ne montre des phénomènes de vie et n'organise d'autres matières qu'autant que son repos vient à être troublé par des manifestations nouvelles de l'affinité organique entre le sang et les principes constituants des organes, d'où s'ensuit la décomposition de certaines parties de ces mêmes organes, qui sont remplacées par l'action de la force organique sur de nouvelles substances nutritives.

Sources de la matière organique et des forces organiques.

Les aliments des animaux sont des matières déjà douées d'une composition organique, qui proviennent du règne animal et du règne végétal. Ceux des végétaux sont aussi des substances provenant d'autres végétaux ou d'animaux, et non entièrement décomposées, mais dont les plantes ne s'emparent qu'après qu'elle ont été

réduites en combinaisons binaires, en carbonate ammonique. Les aliments des plantes sont l'acide carbonique, l'ammoniaque et l'eau. Priestley, Ingenhousz, Senebier et Saussure ont prouvé que l'acide carbonique nourrit les végétaux; les feuilles et les parties vertes de ces êtres l'absorbent, et exhalent du gaz oxygène, ce qui, joint à l'absorption de l'eau, fait que la plante augmente en poids. Les feuilles ont le pouvoir de s'emparer de l'acide carbonique et d'exhaler de l'oxygène, alors même qu'elles sont séparées du végétal vivant (1). Si les plantes, quand on les nourrit uniquement d'acide carbonique, prospèrent peu, fleurissent et fructifient rarement, c'est, suivant la remarque de Liebig, parce qu'elles ont besoin aussi de sels et d'une combinaison azotée, l'ammoniaque, pour se développer et pour former diverses de leurs parties. On a admis pendant longtemps que l'humus et l'acide humique, qui se forment dans la terre par la décomposition des substances végétales, sont la principale matière alimentaire des végétaux. Liebig a renversé cette croyance par son *Traité de chimie organique*, ouvrage qui a causé une réforme totale dans la science chimique, et qui est devenu non moins important pour la physiologie animale. Le fait qu'une quantité considérable de carbone est soustraite chaque année à une forêt, à une prairie, sous forme de bois et de foin, mais que cette quantité est continuellement restituée, et que même le sol devient plus riche en carbone par l'augmentation de l'humus, démontre déjà que l'acide carbonique est la véritable source du carbone des végétaux; cet acide est en partie exhalé par les animaux, en partie dégagé par la décomposition des matières animales et végétales; les feuilles le prennent dans l'air, où vivent les animaux, où s'effectuent les combustions et les putréfactions, et les racines le puisent dans le sol, avec l'eau. Quant à la source de l'azote des plantes, c'est, d'après les recherches de Liebig, l'ammoniaque à laquelle la décomposition des matières animales donne naissance. L'azote de l'air atmosphérique ne saurait jouer un rôle dans le travail assimilateur des végétaux et des animaux, puisque les opérations chimiques les plus violentes ne sont pas capables de lui faire contracter combinaison avec aucun élément autre que l'oxygène. Une propriété rurale bien conduite, qui trouve en elle-même les moyens de s'entretenir sans avoir recours à des apports du dehors, augmente continuellement, d'après Liebig, la somme d'azote qu'elle possède sous forme d'hommes, d'animaux, de grains, de fruits, d'excréments. Chaque année, les produits de cette économie prennent la forme de céréales et de bétail. L'accroissement de la quantité d'azote par les plantes ne peut avoir sa source que dans l'atmosphère; l'ammoniaque produite par la décomposition de millions d'hommes et d'animaux est celle de cet azote; l'alcali existe à l'état de

(1) Schultz a prétendu naguère que l'acide carbonique n'est presque pas décomposé par les plantes, et que l'oxygène exhalé par celles-ci, sous l'influence des rayons solaires, n'a pas cet acide pour origine, mais qu'il tire sa source des composés organiques contenus dans les sucs des végétaux, comme les acides tartrique et oxalique. Boussingault, qui a répété ces expériences, a vu que des feuilles fraîches, mises en présence de l'acide carbonique, occasionnent un dégagement abondant de gaz oxygène, tandis qu'elles n'en produisent qu'un insignifiant quand on les plonge, soit dans l'eau pure, soit dans diverses dissolutions. En confirmant ainsi ce qu'on savait déjà, il pense que la différence des résultats obtenus par Schultz tient à la grande facilité avec laquelle les feuilles s'altèrent, car il a remarqué qu'au bout de quelques heures s'opère un dégagement d'acide carbonique qui n'est plus le résultat d'une exhalation normale, mais le produit d'une décomposition commençante. (*Note du trad.*)

gaz dans l'atmosphère, et, chaque fois que la vapeur aqueuse se réduit en eau, lui-même se condense tout entier; la pluie l'amène sur terre, et en effet toute eau de pluie contient de l'ammoniaque.

Le fait que les végétaux se nourrissent, non de combinaisons organiques déjà existantes, mais de combinaisons binaires, acide carbonique, ammoniaque, eau, qu'ils convertissent en matière organique, est de la plus haute importance pour la physiologie générale des êtres organiques. Il nous montre comment la nourriture des animaux se conserve, et nous dévoile l'intime connexion de la nature organique avec la nature inorganique. Les animaux décomposent sans cesse une grande quantité de matières organiques, qui sont au moins incapables de leur servir, et que les végétaux seuls convertissent en combinaisons organiques utiles à la vie animale. Comme la combustion et autres modes de décomposition réduisent continuellement une masse énorme de matières végétales en combinaisons binaires et en éléments, les aliments des animaux et végétaux vivants iraient toujours en diminuant, si les plantes ne possédaient pas réellement le pouvoir de reproduire de la matière organique avec des éléments et des combinaisons binaires. Donc, d'après tout ce qui précède, on ne peut pas admettre qu'il n'y ait d'autre matière organique que celle qui a existé tout d'abord, et que celle-là circule sans cesse dans le monde végétal et le monde animal, en passant d'un être à un autre. La décomposition incessante de corps organiques suppose l'aptitude des plantes à former de nouvelle matière organique avec des combinaisons binaires et avec des éléments.

Maintenant la force organique se multiplie dans l'accroissement et la propagation des corps organisés (car d'un être il en naît beaucoup d'autres, et de ceux-ci bien d'autres encore), tandis que, d'un autre côté, la force organique des corps qui meurent semble s'anéantir. Mais comme la force organique ne se borne pas à passer d'un individu dans l'autre; comme une plante, après avoir procréé annuellement les germes d'une multitude de nouveaux produits de même espèce qu'elle, peut encore rester productive, en d'autres termes apte à la même production, la source de l'augmentation de la force organique paraît résider aussi dans l'organisation de matières nouvelles, et, cela accordé, puisque les plantes forment de nouvelles matières organiques avec des substances inorganiques sous l'influence de la lumière et de la chaleur, on devrait leur attribuer le pouvoir d'accroître aussi la force organique aux dépens de causes inconnues du monde extérieur, tandis que les animaux peuvent aussi la reproduire à l'aide des aliments, sous l'influence des incitants de la vie, et l'individualiser par la propagation. Nous ignorons complétement si, dans l'exercice de la vie, outre la décomposition continuelle de substances, il y a aussi déperdition de force organique, et, dans le cas de l'affirmative, comment cette perte s'opérerait; mais ce qui paraît certain, c'est que, quand les corps organiques meurent, la force organique se résout en des causes naturelles générales, d'où elle semble être régénérée par les plantes. Si l'on refusait de croire à la multiplication de la force organique par des sources inconnues du monde extérieur, dans les corps organiques existants, il faudrait admettre que son apparente multiplication infinie dans l'accroissement et la propagation n'est qu'une évolution de germes emboîtés les uns dans les autres, ou supposer, ce qui serait incompréhensible, que la division de la force organique qui a lieu dans la propagation n'affaiblit pas son intensité; mais il resterait toujours ce fait

que la mort des corps organisés rend continuellement une certaine quantité de force organique inactive, ou la résout en ses causes physiques générales.

DE L'ORGANISME ANIMAL ET DE LA VIE ANIMALE.

Analogies et différences des végétaux et des animaux.

Développement, accroissement, excitabilité, propagation, caducité, sont les phénomènes généraux de tous les corps organisés et les conséquences de l'organisation. Mais les animaux possèdent d'autres propriétés, qu'on peut appeler *animales*, par opposition aux propriétés *organiques* ou générales. Les principales de ces propriétés sont celle de sentir et celle de se mouvoir volontairement. A la vérité, on ne saurait refuser tout à fait le mouvement aux végétaux ; car leur organisation s'accompagne de mouvements imperceptibles. Il y a chez eux des sucs qui circulent ; ils se tournent vers la lumière ; leurs racines s'allongent pour aller gagner un meilleur sol ; quelques uns grimpent le long des corps qui peuvent leur servir de soutien ; leurs étamines s'inclinent vers le pistil au temps de la fécondation, et même beaucoup de plantes, les acacies surtout, montrent dans leurs pédoncules un mouvement sollicitable par des excitations ; phénomènes qui répètent la loi générale que les parties organiques douées de certaines propriétés irritables les manifestent de la même manière, malgré la grande diversité des excitants. En effet, les influences mécaniques, galvaniques et chimiques, l'alcool, les acides minéraux, l'éther, l'ammoniaque, les changements de température, l'action de la lumière, produisent le même résultat (1). Enfin, le sainfoin oscillant, outre l'influence générale de la lumière sur le mouvement de sa foliole médiane, en exécute encore un continuel d'élévation et d'abaissement de ses deux petites filioles latérales, sans que ces phénomènes exigent d'incitations extérieures. Quelques uns même des végétaux les plus inférieurs, comme les oscillaires, se balancent continuellement à la manière d'un pendule.

Les mouvements des filets d'étamines et des pédoncules ont trop d'analogie avec l'irritabilité des muscles pour qu'on ne compare pas les deux phénomènes l'un avec l'autre. Lindley et Dutrochet ont reconnu que l'irritabilité, chez les acacies, a pour siége la substance corticale d'un renflement situé aux articulations des pédoncules, et qu'on n'observe que chez celles de ces plantes qui sont irritables. Tout mouvement cesse après l'ablation de cet organe ; la section de la moitié supérieure du bourrelet permet encore le redressement, mais rend l'abaissement impossible. Dutrochet croit, d'après cela, que l'élévation et l'abaissement résultent de courbures en sens inverse dans l'écorce du renflement. Ainsi une feuille se dresserait quand l'écorce de la moitié inférieure du bourrelet deviendrait plus convexe que celle de la moitié supérieure, et s'abaisserait lorsque la courbure de l'écorce augmenterait dans la moitié inférieure. Les feuilles se dressent aussi et s'appliquent les unes contre les autres dans ce qu'on appelle le sommeil des plantes. Cette situation paraît être le résultat du défaut d'excitation de la part de

(1) TREVIRANUS, *Biologie*, t. V, p. 201-229.

la lumière sur la face supérieure des feuilles, en sorte que le côté opposé, moins dépendant de la lumière, obtiendrait alors la prédominance.

Il y a donc, chez les végétaux, des organes analogues, soit aux muscles des animaux, soit aux parties de ces derniers, qui sont susceptibles de s'ériger par un afflux de liquides. Mais les mouvements animaux ne résultent pas uniquement d'actions du stimulant sur des parties irritables ; ils sont encore provoqués, dans des parties mobiles, par des déterminations internes qui partent d'autres parties non mobiles, les nerfs. Dutrochet (1) a bien vu que quand il dirigeait le foyer d'un verre bi-convexe sur une seule feuille d'acacie, l'impression se propageait peu à peu aux autres feuilles et branches, et il considère les fausses trachées comme les organes conducteurs de l'impression ; mais on pourrait également attribuer ce rôle aux simples cellules végétales, et, chez les animaux aussi, il y a des phénomènes de communication d'états qui, totalement indépendants des nerfs, résultent du conflit entre les molécules des tissus, qu'on peut comparer aux cellules végétales.

La faculté locomotrice des animaux a encore cela qui la distingue, que certains mouvements organiques ne dépendent pas seulement de l'organisation harmonique du tout, mais s'exécutent en vue d'un but déterminé par un organe unique, celui des manifestations de l'âme, c'est-à-dire qu'ils sont volontaires.

D'un autre côté, il ne faut pas confondre l'excitabilité avec la sensibilité. Les végétaux sont excitables, mais ils ne sont pas sensibles : un muscle séparé du corps est encore irritable, mais il n'est plus sensible. Or, on ne peut admettre le sentiment chez les végétaux, qui n'ont pas la conscience d'eux-mêmes. Manifestations de sentiment et mouvement volontaire sont le seul trait caractéristique des animaux les plus simples. Les animaux composés ont souvent la forme rameuse d'un végétal et un même tronc implanté dans le sol ; mais les facultés individuelles de chaque polype, les mouvements volontaires de chacun des animalcules qui reposent sur le tronc commun, témoignent seulement qu'il y a là une organisation animale multiple, et n'annoncent rien de végétal. Les mouvements des infusoires sont libres et volontaires. Si donc, à l'égard de certains êtres organiques simples, les éponges et plusieurs alcyons, on paraît être dans le doute de savoir s'ils sont de nature végétale ou animale, l'absence de tout mouvement volontaire, soit dans l'ensemble, soit au moins dans quelque partie, doit décider la question, et mieux vaut rapporter le corps aux productions marines végétales qu'au règne animal. Il est vrai qu'on peut objecter que, suivant Grant (2), l'embryon des éponges exécute des mouvements, au moyen de cils, comme celui des polypes et des coraux ; mais nous n'avons pas de caractères suffisants pour distinguer les embryons d'éponges des infusoires marins, et d'ailleurs des mouvements pareils ont déjà été vus plus d'une fois dans les embryons de véritables végétaux, tels que les algues. Trentepohl a observé ce phénomène sur l'*Ectosperma clavata*, et G.-R. Treviranus sur la *Conferva limosa* (3). Naguère encore, Unger l'a étudié, avec toutes les transitions possibles (4), sur l'*Ectosperma clavata*, et il paraît que les corpus-

(1) *Mémoire sur les végétaux et les animaux*, Paris, 1837, t. I.
(2) *Edinb. philos. Journ.*, vol. XIII, p. 382.
(3) *Biologie*, t. IV, p. 634.
(4) *Nov. act. nat. cur.*, t. XIII, part. II, p. 789.

cules, d'abord mobiles, se transforment en des algues semblables à celles dont ils provenaient, comme le pense aussi Treviranus, qui ne croit pas, comme Vaucher, qu'il ait pu y avoir là d'illusion causée par des infusoires (1). De même, les zoocarpées de Bory-Saint-Vincent représentent des filaments articulés d'où sortent des corpuscules reproducteurs mobiles, qui redeviennent des végétaux, dont ce naturaliste fait, ainsi que des arthrodiées, un groupe intermédiaire entre les animaux et les plantes. Les mouvements des œufs des zoophytes au moyen de cils ne peuvent point être considérés comme volontaires. Les vibrations des cils qui garnissent les branches de quelques animaux inférieurs sont le même phénomène. D'après les recherches de Nitzsch (2), quelques infusoires végétaux et animaux auraient beaucoup d'affinité entre eux. Ainsi la *Bacilloria pectinalis* se comporterait tout à fait comme des plantes, et d'autres espèces du même genre comme des animaux. Ehrenberg, au contraire, a positivement démontré la nature animale des bacillaires, et il n'admet pas de pareille affinité entre les deux règnes. Il ajoute aussi que les mouvements actifs des algues ne doivent pas éveiller l'idée d'animalité ; jamais il n'a vu les semences mobiles de ces êtres prendre la moindre nourriture solide, et c'est en cela, suivant lui, que l'algue qui jette des graines diffère de la monade qui tourbillonne autour d'elle, comme l'arbre diffère de l'oiseau (3). R. Wagner est arrivé à la même manière de voir par ses propres observations : il fait remarquer que le mouvement de ces corpuscules reproducteurs ne peut être regardé comme ayant rien d'animal, quoiqu'il paraisse plus surprenant que le mouvement oscillatoire de quelques végétaux inférieurs, les oscillaires.

Les organes par lesquels ont lieu les sensations et les déterminations au mouvement volontaire, par conséquent les fonctions animales des animaux, constituent le système nerveux. Les organes des animaux paraissent dépendre tout autant des nerfs que les plantes de la lumière. Jusqu'à présent les nerfs n'ont été suivis, hors de la grande série des vertébrés, que chez une partie des invertébrés, et l'on s'accordait à penser que les animaux inférieurs n'en ont point, que leur substance simple se meut et digère à la fois dans chacune de ses parcelles. La grande divisibilité des êtres simples semblait réellement venir à l'appui de cette hypothèse. On ne connaissait pas les nerfs des infusoires, des coraux, des polypes, des acalèphes. Mais Ehrenberg a fait la grande découverte de la complication de la structure chez les animaux des dernières classes, les infusoires (4). Les plus simples de ces êtres lui ont offert une bouche et un estomac composé ; d'autres, une bouche, un intestin et un anus : il a même aperçu, chez les rotifères, qui sont plus parfaits, et chez quelques infusoires, des espèces de dents à la bouche, des organes végétaux mâles et femelles, des muscles, des ligaments, des traces de vaisseaux et de nerfs, et des points oculaires. Ces points oculaires, qu'il a trouvés aussi chez les astéries et les méduses, ont une importance toute particulière dans la controverse relative au système nerveux des animaux les plus simples. Comme il en existe à la tête, chez les planaires, qui sont déjà bien plus compliquées, ainsi que chez beaucoup d'an-

(1) *Voy.* Treviranus, *Biologie*, t. IV. — *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, p. 51 et 183.

(2) *Beitræge zur Infusorienkunde*. Halle, 1817.

(3) Poggendorff's *Annalen*, 1832, 1.

(4) Ehrenberg, *Organisation der Infusionsthierchen*. Berlin, 1830.

nélides dont on connaît le système nerveux, et que, d'après mes observations, les points oculaires noirs de quelques néréides représentent réellement un renflement infundibuliforme du nerf optique tapissé de pigment noir, il est très vraisemblable que les planaires, et, en général, les animaux inférieurs qui possèdent de semblables points oculaires, ont aussi des nerfs optiques et par conséquent un système nerveux.

L'opinion qu'on s'était formée de la simplicité de la structure chez les petits animaux des dernières classes peut être considérée comme complétement réfutée par les recherches des modernes, en particulier par celles d'Ehrenberg. Aucun animal ne peut se passer d'un certain degré de composition : tous ont besoin d'organes sensitifs, moteurs, assimilateurs. La petitesse n'impose aucune borne à la structure, jusque dans les éléments des tissus. Il faut admettre que l'organisation est complète dans toutes les classes ; ses degrés ne sont relatifs qu'au nombre des moyens qui servent au but, et à la multiplicité des rapports d'un animal avec le monde extérieur. A cet égard, on trouve des différences dans toutes les classes. Mais, pour ce qui concerne les facultés intellectuelles, la nature a établi des gradations qu'on ne saurait méconnaître, et qui sautent surtout aux yeux, dans la classe des vertébrés, par les nombreux degrés que le cerveau parcourt, eu égard à son développement et à l'augmentation de sa masse, depuis le dernier de ces animaux jusqu'aux mammifères et à l'homme.

Les animaux ne diffèrent pas des végétaux uniquement par le sentiment et la faculté d'exercer des mouvements volontaires. Ces attributs modifient nécessairement aussi les autres qualités qui appartiennent en commun aux deux grandes séries d'êtres organisés : c'est ce que Cuvier a très bien développé dans l'introduction de son *Anatomie comparée*. Les végétaux, attachés au sol, absorbent immédiatement, par leurs racines, les parties nutritives des liquides qui pénètrent en eux, tandis que les animaux, qui, pour la plupart, ne sont pas fixés dans un lieu, mais peuvent changer de séjour, ou du moins, comme les polypes d'un polypier, saisir leur proie, étaient obligés de porter avec eux une provision de sucs nécessaire à la nutrition : aussi la grande majorité d'entre eux ont-ils reçu une cavité intérieure, dans laquelle ils font pénétrer les substances destinées à leur servir d'aliments, et dans les parois de laquelle s'implantent, chez les animaux supérieurs, les radicules des vaisseaux absorbants, qui, pour nous servir d'une expression très convenable de Boerhaave, sont de véritables racines intérieures. L'anus manque chez certains animaux, et il y en a même chez lesquels l'existence de l'intestin est douteuse. Cependant Mehlis prétend, contrairement à l'opinion commune, que les tænias ont un estomac vasculiforme, qui commence à l'étroite ouverture de la bouche et ne tarde pas à se bifurquer. Il assure aussi que l'étroit canal, divisé en deux branches, qui était connu depuis longtemps chez les échinorhynques, est également un intestin. Un autre motif encore rend nécessaire l'existence d'une cavité particulière destinée à la première assimilation : c'est que la nourriture des animaux doit commencer par être dissoute. Celle des plantes est gazeuse et liquide ; elle consiste en acide carbonique, en eau et en ammoniaque. Celle des animaux, qui consiste en combinaisons organiques déjà existantes, a besoin d'être préparée, comminuée, dissoute ; ce qui fait que la digestion est une assimilation préparatoire des aliments dévolue aux animaux seuls.

Le mouvement du suc nourricier est beaucoup plus simple chez les végétaux que chez les animaux, et jamais il n'y a là de cœur, c'est-à-dire d'organe moteur spécial pour pousser le liquide dans les diverses parties. On remarque, chez certaines plantes simples, un mouvement rotatoire du liquide dans l'intérieur de segments ou dans des cellules. Corti a découvert ce mouvement dans les *Chara*, où il a été revu par Fontana, les deux Treviranus, Amici, C.-H. Schultz, Agardh, Raspail. Meyen en a remarqué un analogue dans les cellules du *Vallisneria spiralis* et dans les poils des fibres radiculaires de l'*Hydrocharis morsus ranæ*. Enfin on l'a aperçu dans d'autres cas encore, au milieu de circonstances à peu près semblables. C.-H. Schultz a découvert un mouvement progressif du suc dans les plantes supérieures pourvues de vaisseaux (1) : c'est, suivant lui, une circulation complète, ascendante dans certains vaisseaux, descendante dans d'autres, et les deux courants communiquent ensemble par des branches transversales. Le microscope fait apercevoir ces courants dans les feuilles détachées de la plante. L'observation est décisive quand on opère sur des feuilles qui tiennent encore à la tige vivante, où moi-même j'ai vu les deux courants opposés, dans la chélidoine. Le fait constaté par Dutrochet que, quand, après avoir versé de l'eau dans un cylindre de verre mince tenu perpendiculairement, on chauffe inégalement les côtés de ce cylindre, il s'établit un mouvement de rotation ascendant et descendant, ne saurait expliquer le mouvement du suc dans les végétaux. Les causes de ce phénomène sont encore totalement inconnues. Il ne s'exécute point de mouvement vibratile dans l'intérieur des vaisseaux. Chez les animaux, au contraire, les causes de la circulation et des mouvements du suc nourricier sont la contraction d'un organe central, le cœur, et quelquefois aussi le mouvement vibratile. L'ascension des liquides dans les vaisseaux lymphatiques de ces êtres est indépendante de l'une et de l'autre circonstance, et paraît tenir à une impulsion *a tergo*, qui résulterait de l'absorption dont les radicules des lymphatiques sont le siége. Quelque chose d'analogue a lieu, chez beaucoup de plantes, dans l'ascension de la sève par les forces des racines. On ne sait pas encore bien positivement si une circulation complète est un attribut absolu des animaux; ce qu'il y a de certain, au moins, c'est que jusqu'à présent nous ne connaissons ni cœur ni vaisseaux chez beaucoup d'animaux inférieurs.

La respiration des végétaux et des animaux offre une différence fort importante. Chez les végétaux et les animaux les plus simples, la respiration a lieu par toute la surface du corps. Chez les animaux composés, au contraire, cette surface ne suffit pas au conflit avec l'atmosphère, et il y a nécessité d'un organe qui, dans un petit espace, offre une surface respiratoire énorme à l'air ambiant. Les produits de la respiration diffèrent aussi dans les deux règnes.

Chez les végétaux, une partie de l'assimilation consiste en ce que les combinaisons binaire, l'acide carbonique (carbone et oxygène) et l'eau (hydrogène et oxygène) sont converties en combinaisons ternaires de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, qui constituent la substance végétale. Les feuilles décomposent l'acide carbonique contenu dans l'air, de manière que le carbone et une partie de l'oxygène se combinent avec la plante, tandis que la plus grande partie de l'oxygène retourne

(1) *Ueber den Kreislauf des Saftes im Schoellkraut*. Berlin, 1822. — C.-H. Schultz, *Die Natur der lebendigen Pflanzen*. Berlin 1823. — *Annales des sc. nat.*, t. XXII, p. 75 et 79.

dans l'atmosphère; mais pendant la nuit, à l'ombre, et quand les plantes sont malades ou flétries, celles-ci s'emparent d'une partie de l'oxygène de l'air, et exhalent de l'acide carbonique, moins toutefois qu'elles n'en prennent durant la journée (1). Suivant Liebig, ce dernier phénomène, qui a lieu dans l'obscurité, ne peut être considéré comme un acte vital, attendu que les plantes vivantes ne se comportent pas alors autrement que ne le font les parties mortes de végétaux.

La respiration et l'assimilation ne forment donc, chez les végétaux, qu'une seule et même fonction, accomplie par les feuilles; la première semble n'être que le correctif de la seconde. Chez les animaux, les deux fonctions sont confiées à des organes tout différents. Les animaux ne s'assimilent pas de substances gazeuses ni de combinaisons binaires; mais l'oxygène amené par la respiration sert à changer la nature des matières organiques introduites dans le corps par d'autres voies.

Le règne végétal et le règne animal sont enchaînés l'un à l'autre, tant par leur mode d'assimilation que par la nature inverse du changement qu'ils déterminent dans l'atmosphère. Les plantes sont nécessaires aux animaux, parce que seules elles ont le pouvoir de produire des combinaisons organiques avec les composés inorganiques, qu'en conséquence ce sont elles qui introduisent, dans la grande économie de la nature, ces nouveaux matériaux qui passent ensuite d'elles aux animaux herbivores et de ceux-ci aux carnivores. Les végétaux, au contraire, font leur profit des produits de la décomposition des animaux morts, l'acide carbonique et l'ammoniaque.

La respiration des plantes enlève continuellement à l'air une partie de l'acide carbonique exhalé par les animaux, et lui restitue de l'oxygène. Les animaux respirent à leur tour l'oxygène que les végétaux ont exhalé. De cette manière, sans le monde végétal l'air serait irrespirable pour les animaux; mais le conflit des plantes et des animaux l'entretient dans un état de composition toujours à peu près le même, c'est-à-dire formé de soixante-dix-neuf parties d'azote et vingt et une d'oxygène.

Enfin, comme les plantes ne possèdent qu'une manifestation simple de la force organique, savoir, la végétation, elles n'ont pas besoin d'organes autres que les racines, la tige et les feuilles: toutes leurs parties, à l'exception des organes de la fructification, se ressemblent parfaitement, puisque le rapport simple de tige à feuilles va toujours en se multipliant, et que les organes fructificateurs ont de l'analogie avec les feuilles et se transforment même quelquefois en feuilles. Comme, en outre, les végétaux ne montrent, avant la fructification, qu'une répétition de parties similaires, dont les commencements sont unis en un ensemble dans le tronc, ces parties possèdent l'aptitude à devenir indépendantes lorsqu'elles ont été séparées; car, indépendamment de la fructification, il y a ici une propagation continuelle par voie de rejetons. Chez les animaux, au contraire, le conflit de la circulation du sang, de la respiration et des nerfs est absolument nécessaire à la vie. Les nerfs provoquent les mouvements respiratoires, mais ils n'agissent pas si le sang n'a respiré, et le sang n'afflue à toutes les parties, par conséquent aussi aux nerfs, que sous l'influence des contractions du cœur, qui elles-mêmes dépendent

(1) TIEDEMANN, *Physiologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, t. I, p. 290. — GILBY, *Edinb. philos. Journ.*, t. VII, 1821.

du sang vermeil et de l'action nerveuse. Le cerveau, le cœur et le poumon sont donc en quelque sorte les principaux engrenages de la machine organique, engrenages mis en mouvement par le renouvellement de matériaux auquel donne lieu la respiration. L'accroissement ne consiste pas non plus en une pousse extérieure de parties nouvelles, semblables aux précédentes, mais, la plupart du temps, en un grossissement du tout par augmentation de volume de toutes les parties internes et externes qui avaient été formées en premier lieu. Les animaux ne croissent pas généralement à la manière des végétaux : il n'y a que les polypes composés qui croissent par gemmation. La plupart des animaux ne sont pas des agrégats de parties similaires, unies par un tronc ; mais ils renferment des parties douées de qualités tout à fait différentes, des organes divers, qui rendent impossible une propagation par séparation de parties croissantes, à moins que les parties qui se séparent ne contiennent encore les organes essentiels du tout, comme chez les polypes et quelques vers.

Le parallèle qui vient d'être établi n'avait qu'un seul but, celui de montrer comment l'existence de nouvelles qualités, chez les animaux, modifie les fonctions que ceux-ci possèdent en commun avec les végétaux.

Cependant, quelque différents que les animaux, à l'état adulte, soient des végétaux, leur organisation primitive n'en repose pas moins sur les mêmes éléments organiques : c'est ce qu'on sait depuis peu seulement, par l'importante découverte de Schwann (1). Schwann a reconnu que les tissus des animaux sont partout composés, d'abord, chez l'embryon, de cellules analogues à celles des végétaux, ayant comme elles un noyau appliqué à leur paroi, et se développant autour de ce noyau primitif, absolument comme Schleiden a découvert qu'elles le font dans le règne végétal. Mais de nouvelles cellules se produisent les unes en dedans, les autres en dehors des cellules déjà existantes, dans la substance-mère des cellules, c'est-à-dire dans le *cytoblastème*. On voit apparaître d'abord, dans ce cytoblastème, des corps granulés, la plupart du temps aplatis, parfois aussi arrondis, au milieu desquels s'en fait presque toujours remarquer un plus gros, le *nucleus*. Ces nouveaux corps se trouvent donc, les uns au dehors, les autres en dedans des cellules déjà existantes, dans le cytoblastème qui les entoure ou qu'elles renferment. Autour du noyau se forme ensuite la membrane de la jeune cellule, à laquelle il sert en quelque sorte de *cytoblaste*. Une fois la cellule formée, le noyau demeure placé à sa paroi interne, et parfois il est résorbé plus tard.

De cette manière, les cellules des animaux et des végétaux, en tant que parties formatives de tous les tissus et du germe lui-même, possèdent une vie propre au-dedans du tout. Elles naissent et produisent leurs semblables en elles-mêmes : souvent le microscope en fait découvrir plusieurs générations ensemble, les cellules-mères étant pleines de jeunes cellules, qui, à leur tour, contiennent des cellules plus jeunes encore, ou de jeunes noyaux, comme dans les cellules du cartilage. Ces cellules sont aussi les porteurs des forces actives dans le travail de la vie ; elles ont la puissance de métamorphoser les substances placées auprès d'elles, c'est-à-dire possèdent ce qu'on a appelé pouvoir *métabolique*, et souvent se remplissent

(1) *Mikroscopische Untersuchungen ueber die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und der Pflanzen*. Berlin, 1838.

le matières particulières, par exemple d'amidon, comme on l'observe surtout chez es végétaux pendant le cours de leur développement. Elles agissent aussi dans la rogression des sucs végétaux, et chez les animaux elles paraissent être les particules actives dans l'absorption et la sécrétion, car les surfaces animales en offrent artout où s'opère soit une résorption, soit une exhalation. Les cellules primitives onservent leur forme dans beaucoup d'organes, par exemple dans les divers épithéliums, dans le tissu cartilagineux, dans les glandes, dans les cellules de la graisse et du pigment. Souvent aussi elles passent à d'autres formes, par leur allongement en filaments, qui donne naissance au tissu cellulaire, ou par la réunion de plusieurs d'entre elles en cylindres, comme dans les muscles et les nerfs. Il existe ussi, dans certains liquides, le sang et le jaune de l'œuf, par exemple, des particules douées d'une action vitale, qui appartiennent à la catégorie des cellules.

Systèmes organiques des animaux.

La comparaison des animaux avec les végétaux avait conduit les anciens à la néthode suivant laquelle ils examinaient les fonctions des premiers de ces êtres.

Les fonctions qui semblent être communes aux uns et aux autres portent le nom l'*organiques* ou *vitales :* elles ont pour but de produire et de conserver toutes es parties de l'ensemble; ce sont des manifestations de l'affinité organique qui se rononcent parmi les effets de la cause essentielle de la vie. Les fonctions qui listinguent surtout les animaux, le sentiment, le mouvement, la pensée, paraisent être le but de l'existence animale : ce sont elles qui caractériseraient l'animal, quand bien même il ne devrait durer qu'un seul instant. Les anciens les ont ppelées *animales*, par opposition aux précédentes. Une troisième série de phéomènes embrasse les fonctions qui amènent la formation de nouveaux germes ans un individu, la séparation et l'accroissement de ces germes, et qui par conéquent tendent à conserver l'espèce, malgré le caractère périssable des individus.

Cette division a des avantages; mais elle peut aussi donner lieu à un malentendu. a force qui détermine le développement du germe est la même que celle d'où épendent le maintien du tout et la reproduction; d'après cela, assimilation, mo· lité et sensibilité seraient en quelque sorte les forces fondamentales. Mais on peut demander si cette division n'est pas purement artificielle.

En effet, les trois formes principales de manifestation de la vie animale ne sont ue des phénomènes divers d'une seule et même force essentielle, qui dépendent e la différence de composition des divers organes. Il y a quelque chose d'absurde se figurer que la force reproductive engendre la substance nerveuse, pendant ue les effets du nerf une fois formé seraient les conséquences d'une force difféente de celle à laquelle il a été redevable de sa formation. La cause première de vie, qui agit dans les animaux, crée toutes les parties qui entrent dans l'idée un être animal, et produit en elles le mode de composition dont le résultat est faculté de se mouvoir et celle de sentir, c'est-à-dire la faculté conductrice d'impressions qui se propagent à un centre de perception et de réaction. Les produits e cette force unique, de ce *primum movens*, qui engendre et reproduit sans cesse utes les parties, sont, les uns, aptes à opérer des transformations de matières estinées à être conduites plus loin pour servir aux besoins du tout, d'autres des

organes de locomotion, et d'autres encore des organes par le moyen desquels ont lieu les actions de tous les organes sur un centre commun et les réactions de celui-ci sur eux. Les premiers sont les organes de la nutrition; les autres, les muscles; et les derniers, les nerfs. Il y a, en outre, des parties auxquelles l'activité créatrice et reproductive ou la cause fondamentale de tous les organes, ne fait acquérir d'autres propriétés essentielles que des qualités physiques de solidité, d'élasticité, de viscosité, etc., comme les os, les cartilages, les ligaments, les tendons.

Ainsi, par exemple, les glandes acquièrent par la nutrition et la reproduction l'aptitude à attirer certaines parties du sang dans leur voisinage, à les combiner de nouveau et à les éliminer. Les mêmes actes de nutrition et de reproduction procurent aux muscles la faculté d'attirer leurs propres molécules, ou de se mouvoir sous l'influence de certaines causes, et cette faculté n'est pas une force fondamentale différente de la force génératrice. La force primitive de formation et de reproduction donne également aux nerfs l'aptitude à faire naître les phénomènes vitaux qui leur sont propres, et leurs facultés ne sont qu'une simple conséquence de leur production. Mais il paraît souverainement absurde de regarder la reproduction comme une sorte d'état d'indifférence ou de neutralité de la force motrice et de la force sensitive.

Si on laisse de côté les parties auxquelles le travail organique de leur continuelle reproduction ne fait acquérir que des qualités physiques d'élasticité, de solidité, etc., on peut caractériser de la manière suivante les propriétés des autres principaux systèmes chez les animaux.

1° Organes qui, dans l'intérêt du tout, changent la composition des liquides, comme les organes sécrétoires, les vaisseaux sanguins et lymphatiques, les poumons. Le phénomène particulier qu'offrent ces organes est non pas la nutrition, car elle appartient à tous les organes, mais le changement de la combinaison organique dans les liquides qui entrent en contact avec eux, et ce changement résulte des manifestations de l'affinité organique.

2° Organes musculeux, qui se contractent à l'occasion de certaines influences, et dont les fibres se raccourcissent, en se frisant, sur le point où a lieu un changement de la substance musculaire. Haller appelait *irritabilité* la faculté que les muscles ont de se contracter par l'effet d'impressions mécaniques, chimiques et électriques. L'irritabilité hallérienne ne peut être attribuée qu'aux parties musculeuses, tandis que d'autres parties se distinguent par des phénomènes d'une autre espèce d'irritabilité. Quelques écrivains, abusés par les mots, ont fait de cette idée d'irritabilité une formule pour des fictions arbitraires, de sorte qu'on en est venu à parler même d'une irritabilité dans les nerfs, comme s'il était possible que tantôt l'irritabilité et tantôt la sensibilité de ces organes changeât. Dans le corps vivant, les effets des muscles ont constamment lieu sous l'influence des nerfs musculaires, et tout ce qui change légèrement la composition des nerfs détermine en quelque sorte une décharge de la force nerveuse, ayant pour résultat la contraction des muscles. De là vient que l'étude des mouvements, des spasmes et des paralysies ramène en grande partie à examiner les lois des effets qui se passent dans les nerfs. Le mouvement a lieu dans tous les changements matériels, dans la génération, la nutrition, la sécrétion : une affinité organique entre les humeurs et les organes dé-

termine des mouvements de turgescence ; il faut donc bien se garder de considérer les muscles comme les seules parties susceptibles de se mouvoir ; mais les parties musculeuses et celles qui s'en rapprochent sont les seules qui se meuvent par contraction et frisement de leurs fibres; toutes celles qui ne peuvent pas se contracter ainsi, et qui n'appartiennent pas essentiellement à la classe des muscles, doivent la plupart du temps leur mobilité à de la substance musculaire éparse, principalement à des fibres musculaires, comme les conduits excréteurs des glandes, qui se contractent, ainsi que je le ferai voir.

3° Les nerfs ont la faculté de provoquer des mouvements dans les muscles, par de petits changements qui échappent aux sens de l'observateur. Ils ont aussi celle de conduire tout changement survenu dans leur propre état au cerveau, organe central d'où partent des influences sur tous les autres organes ; c'est là ce qu'on appelle *sentir*. Des sensations n'ont lieu qu'autant que les nerfs communiquent avec le cerveau. Beaucoup de nerfs qui partent du cerveau et de la moelle épinière sont, par ces deux organes, excitateurs de mouvements volontaires, tant qu'ils communiquent avec les centres, tandis que, soit avec, soit sans cette communication, ils provoquent aussi des contractions involontaires dans les muscles, lorsque leur état vient à subir quelque changement. Quant aux parties mobiles qui dépendent du grand sympathique, elles sont soustraites à l'empire de la volonté et soumises seulement d'une manière conditionnelle au cerveau et à la moelle épinière, avec lesquels le nerf communique indirectement, c'est-à-dire par l'intermédiaire de véritables nerfs cérébraux rachidiens. C'est dans les nerfs que les forces organiques montrent la plus grande mobilité, sans mouvement de la masse pondérable, et leur action est nécessaire à l'accomplissement de toutes les fonctions, car toutes les parties réagissent sur le cerveau et la moelle épinière par des changements survenus dans les nerfs, comme aussi elles éprouvent de la part de ces centres certaines influences nécessaires à leur propre action.

Ces trois systèmes organiques s'engrènent de mainte façon les uns dans les autres. Tous les organes ne sont sensibles que par les nerfs qui entrent dans leur tissu ; ceux qui servent à la métamorphose chimique des liquides ne sont contractiles, lorsqu'ils peuvent se contracter, qu'en raison des fibres musculaires éparses dans leur tissu ; tous ceux enfin dans lesquels, indépendamment de qualités vitales particulières, il s'accomplit des sécrétions de liquides pouvant servir au tout, ont à cet effet des tissus spéciaux. C'est ainsi que, dans les organes des sens, certains tissus particuliers sont chargés de produire aussi des sécrétions liquides.

Irritabilité des animaux.

Les lois de l'irritabilité des êtres organiques ont déjà été examinées en général dans le paragraphe précédent, où j'ai déterminé le rapport qui existe entre les incitants de la vie et la manifestation de l'activité. Ici je vais étudier de plus près les lois de l'irritabilité chez les animaux, quoique, dans l'état actuel de la science, il soit à peine possible de répandre quelque lumière sur ces difficiles problèmes, dont la solution serait cependant si à désirer, attendu que, à ce point de vue, la médecine est en droit de se montrer fort exigeante envers la physiologie.

Que la force organique soit le résultat du mélange de matières pondérables et

impondérables, ou que ce soit elle-même qui détermine et maintienne la composition de la matière organique, nous voyons qu'il y a des circonstances où elle peut s'accroître dans certains organes; les actions sont alors plus intenses et plus durables, comme on l'observe dans l'appareil génital durant la grossesse et pendant la période du rut. La force organique diminue aussi dans le bois, auparavant organisé, du cerf, quand cette excroissance meurt, et elle reprend une nouvelle vigueur lorsque le bois repousse. Toute partie qui est plus animée reçoit davantage de sang, et le sang s'y métamorphose plus qu'ailleurs en matière organisée. Tiedemann dit (1) qu'un organe irrité subit des changements plus rapides dans sa composition matérielle, et par cela même attire avec plus de rapidité et en plus grande abondance le sang, qui seul est en état de déterminer un accroissement d'énergie dans les manifestations de la force. Quand, au contraire, une partie organique souffre quelque dommage par un changement matériel, il s'y déploie une activité plus grande pour remédier à ce dommage, pourvu que la décomposition de la partie organique n'ait pas été portée trop loin. Les corps organiques possèdent constamment la faculté de maintenir le mode de composition des parties qui est nécessaire à la vie du tout. Toutes les fois que cette composition est lésée, la tendance dont il vient d'être parlé se manifeste. Ceci ressort déjà de l'axiome que les corps organiques cherchent continuellement à faire équilibre aux influences chimiques. Voilà pourquoi le sang afflue en plus grande quantité à une partie blessée, car l'activité organique s'est accrue dans cette partie. On reconnaît dans l'inflammation le conflit entre la force organique accrue, qui cherche à faire équilibre au commencement de décomposition, et la tendance déjà existante à cette décomposition.

Ce cas et beaucoup d'autres, même déjà seulement la lassitude et l'épuisement qui succèdent à de grands efforts, nous montrent que la force organique est en quelque sorte consommée par l'exercice des fonctions. On en a encore la preuve après la mort; car, lorsque, prenant deux lambeaux égaux de muscle sur un animal qui vient d'être tué, on provoque de petites convulsions dans l'un avec la pointe d'un couteau, tandis qu'on abandonne l'autre à lui-même, on voit le premier perdre d'autant plus tôt son irritabilité qu'il se meut davantage (2). Toute impression de lumière émousse l'œil pour ainsi dire, et la même excitation, reproduite après, ne donne lieu à une réaction égale que quand l'œil s'est reposé. On pourrait attribuer le phénomène à ce qu'une partie de la force sert à réparer les changements matériels provoqués par la stimulation : mais cette fatigue arrive aussi dans le cas où l'activité augmente sans stimulant extérieur, pourvu seulement que la force ne soit pas accrue en même temps. Il semble donc que cette activité elle-même produit un changement matériel dans les organes, peut-être parce que la nutrition continuelle de la substance par le sang respirant, sans laquelle il n'y aurait pas plus de vie que de combustion sans décomposition, est accélérée ou augmentée, tandis que la reproduction aux dépens des aliments ne peut s'effectuer que peu à peu, à la façon du repos après la fatigue. Mais, en général, plus un homme est actif et plus la décomposition des substances semble être grande, plus aussi l'individu a besoin d'aliments. Les hommes et les animaux qui sont morts à la suite d'un violent déploie-

(1) *Physiologie*, t. I, p. 408.
(2) Autenrieth, *Physiologie*, t. I, p. 63.

ment de force, comme, par exemple, un cerf forcé à la chasse, se putréfient même plus rapidement, à ce qu'on prétend, que ceux dont la mort a été causée par la perte totale du sang. Autenrieth, qui a fait cette remarque, dit aussi qu'un muscle enlevé à un animal encore irritable se putréfie infiniment plus vite lorsqu'avant la mort on a excité en lui de fréquentes contractions, qu'un autre tout semblable qu'on a laissé en repos (1). Le repos surtout est si nécessaire dans les fonctions du système nerveux, que la vie la plus modérée exige le sommeil, et que celui-ci s'établit de lui-même, alors même que les corps qui mettent le système nerveux en activité continuent d'agir, parce que le changement que l'activité détermine dans ce système le rend insensible à ces impressions.

La revivification continuelle des parties organisées par les incitants intégraux de la vie est, la plupart du temps, jointe à la faculté de déployer une activité proportionnée. Mais quand l'action vient à être accrue et accélérée, il faut du repos pour reproduire autant d'aptitude à de nouvelles actions que l'action en a fait perdre.

Quoique, pendant la santé, il se reproduise généralement autant de force, dans un laps de temps donné, qu'il y en a de perdue par le fait de l'activité, cependant il se rencontre des cas dans lesquels la reproduction devient peu à peu de plus en plus forte, quoique l'activité soit réglée d'une manière uniforme, ou au milieu d'alternatives bien marquées d'activité et de repos. Ce cas a lieu principalement durant la jeunesse, parce que, d'après des motifs qui ont été développés plus haut, l'affinité des parties organiques pour les incitants généraux de la vie paraît être d'autant plus grande que le développement a fait moins de progrès; mais, en général, une activité non exagérée, qui alterne avec du repos, accroît la force d'un organe, tandis que le simple repos relâche souvent les organes. Faire alterner l'exercice et le repos, tel est le secret de fortifier peu à peu l'énergie de nos actions. Comme la vie s'accompagne de décomposition, peut-être l'action d'un organe décompose-t-elle une partie des substances, tandis que l'accroissement d'action rend la composition plus intime dans une autre partie, de sorte qu'un organe perd à la vérité en agissant, mais que l'action le rend plus apte à attirer de nouvelles substances et à se fortifier. Mais quand l'action se répète trop souvent, ou qu'elle est trop violente, la réparation devient moins considérable, et l'on voit survenir l'épuisement : c'est le cas lorsque la consommation de force organique, ou l'épuisement de cette force par augmentation d'action, a lieu avec plus de rapidité que la reprodution qui s'accomplit dans le même laps de temps. Plus les parties fréquemment et violemment mises en jeu sont nombreuses et nobles (par exemple, pendant le coït, le système nerveux presque entier se trouve dans un état d'énergie accompagné de consommation de force), plus une partie, pendant les actions d'autres organes, leur communique de ce qu'elle-même perd, ce qui semble avoir lieu précisément dans les actions nerveuses, et plus enfin une partie, en agissant, entraîne une perte matérielle notable pour le reste de l'organisme, comme toutes les fois qu'une sécrétion, celle du lait entre autres, devient plus abondante, plus l'épuisement est grand. L'inertie momentanée de la force organique après l'action et son rétablissement graduel se manifestent même dans les parties séparées du corps

(1) *Physiologie*. t. I, p. 115. *Comp*. HUMBOLDT, *Ueber die gereizte Muskel-und Nerven-faser*.

d'une grenouille, probablement parce que le conflit du sang qu'elles contiennent encore et de l'air avec les organes rétablit l'irritabilité. Ainsi l'application réitérée du galvanisme aux cuisses d'une grenouille détachées du tronc rend ces membres inertes, et l'irritabilité ne s'y rétablit que peu à peu, pendant le temps du repos.

Lorsqu'un organe est mis rarement en action, l'aptitude à agir désormais n'augmente pas autant, pendant le repos, que quand ce même organe jouit d'un certain degré d'activité. Exerce-t-on beaucoup l'œil, la vue devient momentanément plus faible pour la même excitation; mais que, durant quelque temps, on abandonne cet organe à un repos complet, par exemple dans l'obscurité, les impressions sont ensuite ressenties avec beaucoup plus de vivacité. Si, d'après la loi qui vient d'être discutée, on le fortifie par des alternatives d'action et de repos, il devient aussi capable de plus grands efforts, sans s'épuiser avec autant de promptitude qu'auparavant. Mais, qu'on le laisse longtemps dans un repos absolu, quoiqu'une grande somme de sensibilité s'y soit accumulée, comme il arrive généralement à la suite du repos, cependant la force vitale y est devenue d'autant plus faible qu'on l'a moins exercé, et une vive impression subite de lumière peut même l'aveugler quand il a été longtemps privé de l'action des rayons lumineux. Les muscles livrés à un long repos perdent beaucoup de leur force motrice, et c'est ainsi que certains d'entre eux, ceux de l'oreille, par exemple, cessent de pouvoir se contracter (1).

Jusqu'ici le changement de l'activité organique des animaux n'a été examiné que d'une manière purement générale. Voyons maintenant comment les influences du dehors agissent sur cette activité. Les incitants extérieurs qui entretiennent la vie ne sont pas les seuls qui occasionnent des effets organiques. Tout ce qui altère la composition matérielle et trouble l'équilibre de répartition des matières impondérables dans les parties organiques peut aussi changer l'action de l'organisme et des organes. Ce changement prend le nom de *réaction* quand il s'accomplit avec vivacité. L'impression qui détermine la réaction de la part de l'organisme est appelée *irritation*, et l'on nomme *irritant* la cause qui opère le changement. Réagir contre un irritant est toujours un phénomène vital, une manifestation d'une propriété organique de l'organisme.

L'aptitude à être sollicité à des déploiements de force par des impressions extérieures n'appartient pas uniquement aux corps organiques, et en particulier aux animaux. Beaucoup de corps inorganiques dégagent de la lumière ou de la chaleur en certaines circonstances, par exemple à l'occasion d'un choc. Les physiciens regardent comme une chose probable que cette lumière et cette chaleur étaient combinées dans les corps, et que l'influence extérieure les a mises en liberté. On serait encore plus en droit de citer ici les corps élastiques, dont les plus petites molécules s'attirent mutuellement, à tel point qu'une tentative pour en déplacer quelques unes réagit souvent sur toutes, et que les forces attractives des molécules les unes pour les autres déterminent une restitution complète, qui se traduit par le phénomène de l'élasticité et par celui des ondulations sonores. Mais nul corps inorganique ne se montre aussi uniforme dans ces manifestations que les organismes, qui, au milieu des impressions les plus diverses propres à troubler la composition des mo-

(1) AUTENRIETH, *Physiologie*, t. I, p. 104.

lécules, produisent toujours le même phénomène, celui dont un organe est rendu capable par sa vie propre. Ceci tient vraisemblablement à la propriété fondamentale qu'ont les corps organiques de faire équilibre aux troubles de leur composition, force qui, en santé, l'emporte de beaucoup sur la cause perturbatrice. Cette force, qui rétablit l'équilibre dans les parties organiques, après qu'il a été dérangé, est la même qui maintient une partie dans ses conditions spéciales par la continuité de la nutrition et de la restauration. Le phénomène qui a lieu lors du rétablissement de l'équilibre, est composé du changement de la partie organique par une cause extérieure et de la tendance de cette même partie à une restauration pleine et entière, par le rétablissement de l'équilibre.

Dutrochet prétend que toutes les causes excitatrices produisent le même changement dans l'organisme, c'est-à-dire qu'elles modifient l'oxydation de la substance organique exposée à leur action. Suivant lui, ces causes agissent simultanément sur l'oxygène et sur la substance organique, pour les solliciter à se combiner ensemble. Quelque ingénieuse que soit cette idée, ce n'en est pas moins jusqu'ici une hypothèse dénuée de tout fondement, comme aussi la conclusion de Dutrochet, que l'excitabilité est une véritable combustibilité. A l'entendre, l'excitabilité serait très grande dans la jeunesse, parce que l'organisme est oxydable à un haut degré pendant cette période de la vie, et qu'il ne possède alors que peu d'oxygène combiné, tandis que, dans un âge avancé, les excitants ont moins d'action, parce que la tandance à l'oxydation est moindre, en proportion de la quantité d'oxygène déjà combiné. On pourrait admettre avec plus de vraisemblance que l'action stimulante, chimique et dynamique de certains stimulants tient à ce qu'ils favorisent l'affinité entre le sang devenu stimulant par la respiration et la substance organique, et à ce que, par ce principe, ils communiquent plus d'énergie et de célérité aux métamorphoses matérielles qui s'effectuent dans le sang.

A chaque excitation d'une partie organique se rattache un changement matériel, que nous devons même admettre dans l'action excitatrice exercée sur l'œil par la lumière ; en effet, la lumière paraît entrer dans la composition de beaucoup de corps, et elle détermine des changements chimiques, comme le prouvent l'exemple d'un grand nombre de préparations chimiques et celui des végétaux, d'où elle dégage de l'oxygène. Le premier changement que provoque un stimulant dépend de la nature de celui-ci et de celle du corps organique sur lequel il agit : il consiste, par exemple, en une compression, en un changement chimique. Mais la réaction qui vient après résiste à ce changement, et diffère totalement de la nature du stimulant; elle n'est ni mécanique ni chimique; c'est une manifestation du mode de vitalité propre à l'organe, une sensation, une douleur, une inflammation, une convulsion. La chaleur, l'électricité, la lumière, se communiquent aux corps organiques, comme à d'autres, d'après les lois physiques générales ; mais, dans la restitution pleine et entière, il y a toujours en même temps un phénomène vital, différent suivant la partie qui vient à être changée ; et, jusqu'au terme du rétablissement de l'équilibre, les phénomènes sont composés de l'effet du stimulant et de la réaction contre la stimulation. Les substances douées d'une action chimique changent aussi les corps organiques, aux dépens desquels elles cherchent à produire des combinaisons binaires ; lorsqu'elles y parviennent, que l'affinité des parties organiques ne suffit pas pour maintenir la combinaison organique et faire

équilibre à l'action chimique, on voit surgir un produit chimique, et la partie affectée meurt : ce qui a lieu, par exemple, dans les brûlures, ou par l'action d'un acide minéral, d'un alcali caustique. Mais tant que la partie organique qui est exposée à l'influence d'un corps exerçant une action chimique, continue de vivre, elle donne lieu aux effets qui lui sont propres, par exemple à des sensations, à des mouvements, à l'inflammation. Les influences chimiques, comme les acides, les alcalis, peuvent bien faire naître des combinaisons binaires dans le lieu où elles agissent sur des corps organiques, et ainsi produire la gangrène ou la mort; mais, sur les limites du mort, la partie vivante déploie encore ses propriétés organiques, qu'elle manifeste par l'inflammation, etc.

Non seulement l'action du corps animal contre des excitants du dehors est une réaction dans le sens des propriétés organiques, mais encore le mode de cette réaction, les propriétés organiques qui réagissent, varient souvent d'après la nature des parties et leur composition. Voilà pourquoi les stimulants mécaniques, chimiques ou électriques, appliqués à un muscle, déterminent en lui le même genre de réaction, savoir un mouvement. Mais ces divers stimulants, mis en rapport avec un nerf sensitif, ne provoquent que des sensations, et l'espèce de sensation varie même dans des nerfs différents, malgré la similitude des excitants, tandis que la différence de ceux-ci n'empêche pas qu'elle soit la même, si le même nerf se trouve affecté. Ainsi, par exemple, les excitations mécaniques et électriques ne provoquent dans le nerf optique que des sensations de lumière, qualité propre de ce nerf, et paraissent n'y pas causer de douleur, tandis que des sensations de douleur, et non de lumière, sont possibles dans les nerfs sensitifs. De même les excitants mécaniques et électriques mis en rapport avec le nerf auditif font naître des sensations de sons, et l'irritation électrique du nerf olfactif détermine des sensations olfactives. De même encore les racines antérieures des nerfs rachidiens n'excitent aucune sensation, mais seulement des convulsions, dans les muscles, quand elles sont irritées par une cause mécanique ou par le galvanisme, tandis que, dans les mêmes circonstances, les postérieures donnent lieu à des sensations seulement, et non à des convulsions. La physiologie acquiert un empirisme aussi sûr que celui des autres sciences naturelles lorsqu'elle connaît le mode spécial de reaction de toutes les parties du corps animal.

Maintenant il n'est pas surprenant que les symptômes du même organe dans des états tout à fait différents, se ressemblent souvent beaucoup, par exemple les qualités vitales qui lui appartiennent en propre se prononçant avec plus ou moins d'énergie, aussi bien en état d'excitation augmentée qu'en état d'excitation diminuée. Il y a un certain groupe de phénomènes cérébraux, de phénomènes cardiaques, qui se rencontrent dans différentes maladies du cerveau et du cœur. Ici ressort la démence des homœopathes, qui croient guérir avec des substances déterminant un effet analogue à une maladie, tandis qu'ils ne font rien du tout, ou que la nature emploie le remède qu'ils lui présentent à un tout autre usage que celui qu'ils s'imaginent. Quand deux moyens provoquent quelques symptômes analogues dans un organe, c'est une preuve non pas qu'ils déterminent des effets en tout semblables, mais qu'ils agissent sur un même organe, ce qui n'empêche pas que leurs effets spéciaux puissent être totalement différents. La syphilis et la maladie mercurielle peuvent être essentiellement différentes, et cependant se ressembler en ce

point, que certains organes sont détruits dans l'une et dans l'autre. Les acides minéraux et les alcalis détruisent les parties organiques avec une égale énergie, et cependant personne ne soutiendra qu'ils sont semblables : par conséquent, le mercure peut, en déterminant une légère métamorphose de la matière organique, la rendre incapable de continuer la destruction syphilitique, après quoi c'est la nature, et non pas lui, qui opère la guérison.

Comme les stimulants mettent en jeu les organes, et que tout accroissement d'activité qui n'est pas accompagné d'augmentation simultanée de la force organique rend celle-ci inactive pour quelque temps, la consomme en quelque sorte, les stimulants la consomment aussi, et, quand ils ne sont pas intégrants comme le sont les incitants généraux de la vie, ils ne manquent jamais, après avoir provoqué l'activité, de la laisser suspendue, alors même qu'ils continuent d'agir. De là le caractère périodique dont certains phénomènes vitaux sont revêtus. Un organe contractile, qui contient une matière exerçant sur lui une action mécanique ou chimique, se contracte. Par cet acte même, la partie contractile devient incapable de se contracter avec une égale force le moment d'après ; mais l'excitabilité renaît peu à peu, et le stimulant qui continue d'agir redevient efficace. Les contractions peuvent ainsi se répéter de temps en temps. Nous voyons un exemple de ce phénomène dans les ondulations de l'iris, quand l'impression de la lumière reste la même, dans les contractions périodiques du rectum, des intestins, de l'estomac, du cœur, de la matrice, de la vessie, des muscles qui expulsent le contenu de l'urètre pendant le coït. Le stimulus qui provoque la contraction est souvent ici extérieur, un contenu, comme l'urine, les excréments, etc. ; mais, fréquemment aussi, il semble être intérieur, et par exemple affluer à travers les nerfs, quoique la contraction soit périodique, comme dans le cœur. Car, bien qu'alternativement le cœur expulse du sang d'un côté, et en reçoive de l'autre côté, et que la stimulation produite par ce liquide doive le solliciter à des contractions périodiques, cependant son contenu n'est pas l'unique et première cause du rhythme de sa contraction, puisque, après avoir été enlevé du corps, il continue longtemps encore, surtout chez les reptiles, de se contracter d'une manière rhythmique, malgré son état de vacuité, phénomène qui paraît dépendre, non pas seulement de l'air substitué au stimulant ordinaire, mais d'un stimulant intérieur résultant du conflit des fibres musculaires et des nerfs, qui agit périodiquement, ou sur lequel l'organe ne peut réagir que d'une manière périodique.

Les stimulants trop répétés émoussent les organes, et les rendent pour longtemps sourds à leur action. On explique par là une partie des phénomènes de l'habitude, quoique beaucoup de choses auxquelles on s'est accoutumé ne soient pas d'abord uniquement des phénomènes de stimulation, mais déterminent aussi des changements durables, par suite d'une modification de la composition, ce qui suffit déjà pour rendre raison de l'inertie dont elles font preuve ensuite.

Comme les substances nombreuses qui agissent sur l'organisme peuvent, en raison de leur nature et de leur constitution, imprimer à la composition des parties organiques les modifications les plus diversifiées et qu'on ne saurait déterminer toutes individuellement, il n'y a pas moyen de réunir les médicaments, d'après leur manière d'agir, sous des chefs qui soient parfaitement justes, et c'est là le mauvais côté de la médecine. Les meilleurs auteurs sur ce sujet n'ont encore eu

que trop recours à des suppositions gratuites, à de stériles formules. Cependant il ne peut y avoir, en général, que trois modes principaux de cette sorte d'action.

1° Les *excitants*. Les véritables excitants, les plus importants de tous, sont les conditions elles-mêmes de la vie, les excitants vitaux, dont l'action continuelle sur les parties animées par la force organique manifeste seule la vie et augmente la force organique, savoir, un certain degré de chaleur, l'air atmosphérique, l'eau, et des aliments qui aient été déjà organisés, qui proviennent de végétaux ou d'animaux. Ces influences ne se bornent pas à changer la composition des parties organiques, et à stimuler par un changement d'équilibre, mais encore elles entrent, comme parties intégrantes, dans la composition des organes, et cela d'une manière indispensable à la vie. Après une maladie, ces influences constantes qui n'épuisent pas en stimulant, sont les vrais moyens de relever les forces, et seules elles suffisent à cela.

Indépendamment d'elles, il y en a encore beaucoup d'autres qui, d'après l'idée que nous avons précédemment donnée de l'irritation, produisent aussi des réactions ; mais elles n'intègrent pas d'une manière absolue, et la plupart d'entre elles, si ce n'est qu'elles provoquent des symptômes, des phénomènes, n'ont aucune action vivifiante sur les corps organiques, ou même entraînent des conséquences très nuisibles, à proportion du changement matériel qu'elles déterminent. Comme on a confondu toutes les influences qui n'ont d'autre effet que de rétablir l'équilibre dans l'organisme, et qui, par là, donnent lieu à des phénomènes, avec celles qui sont absolument nécessaires au maintien de la vie, et qui intègrent, cette erreur a causé le plus grand mal en médecine, et coûté la vie à beaucoup d'hommes, parce qu'elle a conduit à la fausse idée que, certains stimulants allumant la vie comme une flamme, les stimulants en général sont indispensables pour qu'elle subsiste.

Parmi le grand nombre d'influences qui n'appartiennent pas à la catégorie des incitants généraux de la vie, il s'en trouve qui, dans certaines circonstances, exercent une action localement vivifiante et fortifiante, analogue à celle de ces derniers, et qui produisent cet effet en intégrant la composition d'un organe par leur influence matérielle, pondérable et impondérable, ou en lui imprimant une modification telle qu'il devienne plus facile aux incitants généraux d'opérer la restauration. Mais tout cela dépend de l'état de l'organe malade, et les cas dans lesquels des médicaments renommés par leur vertu de vivifier et de fortifier déterminent réellement cet effet sont forts rares ; au contraire, plus d'un malheureux a été conduit à la mort par des moyens qui excitent bien dans telle ou telle circonstance, ou même en général, mais qui ne font que causer un soulèvement sans fortifier.

Les médicaments appartenant à la classe des substances qui vivifient conditionnellement agissent aussi de préférence, par leur composition, sur des organes de composition organique diverse, et forment des groupes naturels, suivant que leur action porte spécialement sur le système nerveux, ou sur les organes chargés de la métamorphose du sang, etc. Plusieurs influences de ce genre sont des substances impondérables comme l'électricité. On a employé l'électricité avec succès dans des paralysies. Mais la chaleur, déjà nécessaire au développement de l'embryon, a aussi une influence éminente sur la vivification lorsque d'autres moyens ne donnent aucun résultat, par exemple dans les maladies des nerfs et de la moelle épinière,

les paralysies, la névralgie dorsale et la phthisie dorsale commençante, quand on l'applique sous forme de moxa, et qu'on la répète souvent, c'est-à-dire en réitérant l'application aussitôt après la chute des escarres. Ici se range encore l'échauffement continu et douloureux d'une partie malade par le moyen d'une chandelle allumée qu'on en approche. On ne sait pas bien comment la chaleur agit dans ces cas. Le moxa n'est efficace, dans les maladies de la moelle épinière, qu'autant qu'on le pose au voisinage de l'organe même, et cependant il peut exciter de la douleur partout.

L'influence mécanique est un stimulant vivifiant conditionnel dans les frictions, à l'aide desquelles, en agissant sur les extrémités des nerfs, nous agissons sur les parties centrales du système nerveux d'une manière qui leur est homologue, en même temps que nous activons le conflit des parties frottées avec le sang.

D'un autre côté, tous les moyens de cette espèce, tant médicaments que hauts degrés de température (comme dans la brûlure), électricité, influence mécanique (comme pression, contusion), produisent, lorsqu'ils agissent avec trop d'intensité, le contraire précisément de la vivification ; car alors ils changent la matière d'une manière si violente qu'elle ne peut plus conserver la composition nécessaire à la vie. C'est pourquoi on ne doit les considérer que comme des influences spéciales, qui vivifient sous de certaines conditions, en tant que leur action sur la matière organique est favorable à la composition naturelle des parties : aussi peut-on leur donner le nom de stimulants homogènes, et appliquer celui de stimulants hétérogènes à tous les autres excitants qui ne font que porter le trouble dans la composition naturelle et dans l'état des forces, et qui exercent sur la vie une influence, non pas vivifiante, mais nuisible. Qu'on n'oublie cependant pas que, si les circonstances sont mal choisies, chacun de ces stimulants homogènes devient hétérogène, c'est-à-dire qu'il ne fait que troubler l'état des forces et la composition naturelle.

D'après ces explications, les influences stimulantes sont de deux classes, les incitants généraux de la vie, et les stimulants spéciaux, divisés eux-mêmes en homogènes et hétérogènes.

Au reste, dans les cas où la force vitale diminue rapidement, nous sommes abandonnés par tous nos médicaments stimulants, dont, en outre, une grande partie ne font que troubler sans fortifier.

2° Les *altérants*. Une foule de substances ont de l'importance en médecine parce qu'elles déterminent dans la matière organique un changement chimique tel que, sans qu'il y ait intégration immédiate ou acquisition de force, les qualités de cette matière subissent une modification par rapport à un état maladif préexistant. Cet effet a lieu, soit parce qu'un obstacle matériel à l'accomplissement des actions caractéristiques de la santé, ou un excitant poussant à des actions maladives, viennent à être écartés dans la composition de la matière, soit parce que les organes sont modifiés chimiquement d'une manière telle qu'ils ne peuvent plus être affectés par une irritation morbide, ou parce que la matière éprouve un changement qui n'en permet plus d'autres dont on avait à craindre l'apparition (comme dans la méthode antiphlogistique), ou enfin parce que la nature des sucs nourriciers est changée. Il n'est pas possible au médecin de guérir chimiquement la maladie complexe d'un organe ; on peut seulement, au moyen d'une légère métamorphose chimique, donner une

impulsion telle que la nature elle-même rétablisse la composition naturelle, par l'inépuisable source de la reproduction continuelle. Les altérants offrent également cette différence principale, que les uns agissent plus sur le système nerveux, et les autres davantage sur les organes dépendants de ce système. Au premier point de vue, les altérants les plus importants sont les substances dites narcotiques; l'autre classe renferme la multitude de médicaments qui déterminent des changements de matière dans d'autres organes. Les altérants peuvent aussi, en écartant les obstacles à la guérison, devenir indirectement des incitants vivifiants, et leur emploi peut même donner lieu à des symptômes d'irritation, par suite de changements survenus dans l'équilibre. Lorsqu'on les applique hors de propos, ils deviennent nuisibles, soit à titre d'excitants hétérogènes, soit parce qu'amenant une prompte décomposition, ils détruisent la force organique, comme les narcotiques.

Mais comme, en raison de leur décomposition, les altérants agissent fort différemment les uns des autres sur celle des organes, il peut arriver que l'un d'eux perde son action par saturation, et qu'il devienne incapable de donner lieu désormais à aucun changement, tandis qu'un autre en produit encore. Une foule de cas, qui appartiennent aux phénomènes de l'habitude, viennent se ranger ici, et l'emploi des médicaments a mille et mille fois confirmé l'exactitude de ce qui vient d'être dit. Les organes ont subi, par l'influence d'un altérant qui en a modifié chimiquement la composition, un changement tel, que cette substance ne trouve plus la même affinité pour elle dans l'organisme, tandis qu'il peut y en avoir encore pour un autre. Il y a aussi des substances impondérables qui agissent de cette manière : l'œil devient de moins en moins sensible à la couleur verte qu'il regarde longtemps, et qui prend une teinte de plus en plus sale et grise; mais, à cette époque, il a plus de sensibilité que jamais pour le rouge, tandis que considérer longtemps du rouge rend l'œil sensible au vert. De même, contempler longtemps un champ jaune diminue la sensibilité pour le jaune et accroît celle pour le violet, et *vice versa;* contempler longtemps le bleu augmente la sensibilité pour l'orangé, et *vice versa*, tandis que la couleur qu'on regarde longtemps apparaît de plus en plus sale.

3° Les *désorganisants*. Ici prennent place les influences qui détruisent tout de suite les parties organisées, sans commencer par irriter ou par causer une altération nuisible. Les unes sont excitantes quand elles ont peu d'intensité, et dans le cas contraire portent un trouble essentiel dans l'état des forces, comme la chaleur, l'électricité, etc. D'autres sont des altérants, qui, lorsqu'ils agissent avec une grande intensité, troublent violemment la composition, en produisant, avec les substances organiques, des combinaisons auxquelles la force organique ne peut faire équilibre, comme les altérants narcotiques, et ceux qui portent atteinte à la formation et à la métamorphose des sucs organiques, par exemple les antimoniaux, les mercuriaux, les acides minéraux, les alcalis concentrés. Les irritants peuvent désorganiser de deux manières. Ils peuvent à un certain degré, n'être que de simples stimulants; mais, à un degré plus élevé, au lieu d'intégrer, ou de favoriser l'intégration par l'excitation de nouvelles affinités, ils déterminent sur-le-champ un trouble essentiel dans la composition : alors la mort générale ou locale n'est plus précédée d'aucune excitation, et la décomposition s'effectue immédiatement, comme dans la mort causée par la foudre. Ou bien un irritant qui, par lui-

même, est intégrant sous condition, met un organe en jeu pendant trop longtemps, de sorte que, d'après les lois de l'excitement, il y a plus de force réduite à l'inertie, dans un laps de temps donné, qu'il ne peut y en avoir qui reprenne activité durant le même intervalle de repos. C'est là ce qu'on appelle une *surexcitation*. L'organe surexcité s'affaiblit de plus en plus, comme l'œil exposé à une trop vive lumière. Le médecine ne fait usage de l'action destructive des substances que quand elle veut réellement détruire.

Lorsque Brown, après avoir découvert quelques unes des lois de l'incitabilité, traça la première esquisse d'un système scientifique de médecine, mais sous une forme encore grossière et dangereuse dans l'application, il ne connaissait pas l'effet produit par les altérants, plus que ne l'ont connu ses successeurs, les inventeurs de la théorie dite *de l'excitement*. Dans le système de Brown, il n'y a aucun changement des forces excitables qui ne soit précédé de surexcitement, et l'excitabilité ne peut être épuisée, avec la vie, que par surexcitation. Les browniens devaient soutenir que, partout où une action quelconque amène l'épuisement, il y a eu auparavant surexcitation absolue. Ils alléguaient en preuve de cet axiome que certaines substances qui, à petite dose, excitent en quelque sorte, produisent un tout autre effet à des doses plus élevées, et, à des doses plus considérables encore, déterminent l'épuisement, comme l'opium. Dans le premier cas, disaient-ils, la période d'excitation est extrêmement courte et insensible. C'est de cette manière aussi qu'ils expliquaient les effets de toutes les influences qui amènent rapidement la débilitation. Mais il y a beaucoup de substances qui, à petite dose, produisent déjà plus faiblement ces effets destructeurs, comme les gaz irrespirables, le venin de la vipère, etc. Les partisans du contre-stimulisme, Rasori, Borda, Brera, Tommasini, ont attaqué cette erreur de Brown et de ses successeurs, et les substances qui, au lieu d'exciter, font en quelque sorte le contraire, c'est-à-dire diminuent l'aptitude à être excité, ont reçu d'eux le nom de *contre-stimulants*, de manière qu'ils ont partagé les médicaments en deux classes, les stimulants et les contre-stimulants. Mais, quoiqu'ils aient aperçu une des grandes fautes commises par Brown, cependant ils n'ont pas reconnu l'effet altérant d'une foule de substances médicamenteuses.

Les distinctions établies par Brown reposent sur une mauvaise interprétation de quelques faits incontestables d'excitabilité, et sur la confusion des conditions intégrantes ou des incitants de la vie, l'eau, l'air atmosphérique, l'aliment et un certain degré de chaleur, avec les substances qui, ne déterminant qu'un changement dans la réaction des forces organiques et dans la composition à laquelle se lie l'état de santé, excitent bien par cela même, mais n'intègrent pas. Un narcotique, c'est-à-dire un altérant des nerfs, peut bien provoquer des symptômes depuis le commencement jusqu'à la fin; en modifiant la composition, il agit sur la propriété fondamentale des corps organiques, celle d'être déterminés par des choses du dehors, d'après des lois intérieures, ou, si l'on veut, d'être excités; mais cette stimulation n'est point un excitant dans le sens thérapeutique, puisqu'ici on entend par là un stimulant qui vivifie les organes et en intègre la composition.

Brown a divisé les maladies en sthéniques et asthéniques, disant que la force vitale est augmentée dans les premières, diminuée dans les autres. Cependant, une maladie dans laquelle il y aurait augmentation de la force vitale serait une idée impli-

quant contradiction, et il n'existe en réalité qu'une infinité de troubles, locaux et généraux, de la composition des parties organiques, dans lesquelles les forces générales, tantôt baissent dès le principe, tantôt n'ont d'abord reçu aucune atteinte, et diminuent ensuite, ce qui fait que la plus convenable de toutes les classifications des maladies est celle qui les range d'après les systèmes organiques et d'après des types calqués sur ceux dont on fait usage en histoire naturelle. On a toujours été tenté d'attribuer l'inflammation à une augmentation de la force vitale; c'est une maladie dans laquelle certains phénomènes, la chaleur par exemple, deviennent plus prononcés, et où la quantité du sang augmente dans les petits vaisseaux; elle change d'autres phénomènes encore, en même temps que la fonction de l'organe est suspendue, et que les sensations témoignent d'une lésion profonde. Une cause inflammatoire donne lieu à un changement chimique dans la composition d'un organe, et c'est ce qui fait que nous pouvons provoquer une inflammation par des agents chimiques. Il peut naître de là une affinité chimique, une attraction entre le sang et la substance chimiquement modifiée d'un organe. Cette affinité peut être plus grande que dans l'état de santé, entre la partie vivifiée et le sang. Mais que cet accroissement d'affinité entre la substance et le sang, dans l'inflammation, soit uniquement une augmentation de l'attraction organique naturelle, semblable à celle qui s'observe dans certains phénomènes de l'état de santé, par exemple dans tous ceux de turgescence, c'est ce que les modes de terminaison de l'inflammation et la facilité avec laquelle s'établit alors la décomposition, mettent hors de toute vraisemblance. L'inflammation n'est pas une maladie avec augmentation de la force vitale, car ses phénomènes surgissent tout autant d'une tendance à la décomposition occasionnée par un changement chimique, que de la réaction des parties organiques contre cette décomposition (1).

De l'intime conflit qui existe entre toutes les parties de l'organisme, il résulte,

(1) Dans une indication des rapports de la médecine avec la biologie, on ne peut omettre la part de Broussais. La conception de Brown se rapporte à une propriété trop limitée des corps vivants pour qu'elle ait eu une grande portée physiologique; aussi, est-ce surtout à étendre nos connaissances sur l'action des médicaments qu'elle servit, quand elle fut devenue le contre-stimulisme entre les mains des Italiens. Mais l'idée de Broussais suivit une tout autre direction. Elle alla directement à considérer la maladie comme une déviation de l'état régulier, en un mot la pathologie comme une branche de la physiologie. Aussi donna-t-il à son système le nom, tout à fait caractéristique, de *doctrine physiologique;* et pour lui, l'ontologie médicale était cet héritage de notions qui, créées à une époque où la biologie était purement rudimentaire, voyaient dans l'état maladif des forces nouvelles mises en jeu, et, par conséquent, puisqu'il n'y a dans le corps vivant que les forces physiologiques, de véritables entités. Sa célèbre théorie de la gastro-entérite éclaire parfaitement la conception de cet homme éminent : ce n'est pas autre chose qu'une hypothèse, très hardie sans doute, mais philosophiquement très licite, par laquelle il essayait de rendre compte des fièvres dites *essentielles*. Le caractère physiologique de sa doctrine s'y manifeste; les fièvres essentielles, jusque-là rapportées à une affection ignorée du principe vital abstrait, se trouvèrent immédiatement rattachées à un appareil déterminé, à une fonction particulière; et, comme l'hypothèse était de l'ordre des hypothèses scientifiques, c'est-à-dire de celles qui peuvent être vérifiées, la discussion instituée sur ce point ne tarda pas à montrer ce qu'il y avait de vrai et de faux. Il est donc juste de dire que Broussais a eu une conception nette de la pathologie, et a influé d'une façon très heureuse sur le mouvement médical de son époque, et indirectement sur la biologie. (Voyez BROUSSAIS, *Examen des doctrines médicales et des systèmes de nosologie.* 3e édition, Paris 1829-1834, 4 vol. in-8. — *De l'irritation et de la folie,* 2e édition, Paris 1839, 2 vol. in-8.)

dans le corps animal, une sorte de statique des forces, dont l'une détermine toutes les autres ; or, comme toute cause morbifique dont l'action porte sur une partie produit des changements de matières pondérables ou impondérables, il résulte de là que, par une succession de changements, elle agit souvent sur des parties éloignées, qui sont précisément celles dont la réceptivité pour son influence est le plus prononcée. Une soustraction de substance sur un point empêche l'accumulation de substances analogues ou non sur un autre point, phénomène sur lequel est fondé l'emploi qu'on fait des évacuants dans des lieux autres que celui qui souffre. L'augmentation de l'activité organique dans un organe excite beaucoup d'autres parties : ainsi l'accroissement de l'activité organique dans l'appareil génital a des relations avec la reproduction du bois chez les cerfs, avec le changement de beaucoup d'organes chez l'homme, modifications qui, dans un cas comme dans l'autre, ne surviennent pas à la suite de la castration.

Parmi ces phénomènes de la statique sympathique, il faut distinguer ceux qui dépendent plus particulièrement du conflit dont toutes les molécules des tissus, qui étaient des cellules dans l'origine, sont susceptibles chez l'animal comme chez les végétaux, de ceux qui sont déterminés surtout chez le système nerveux. La sympathie des molécules des tissus, ou la sympathie organique générale, visible dans une foule de phénomènes morbides, où un changement matériel s'étend peu à peu au loin, est plus lente à se manifester, et se règle par l'affinité des molécules homogènes. La sympathie animale produite par les nerfs survient communément bien plus vite ; elle peut aussi déterminer des changements matériels dans des parties qui sont étrangères aux nerfs, et souvent à de grandes distances du point de départ de l'irritation : mais cet effet ne résulte pas de la progression graduelle d'un changement matériel ; il tient à ce que l'action nerveuse fait naître un nouveau foyer de changements matériels.

DES EFFETS COMMUNS AUX CORPS INORGANIQUES ET AUX CORPS ORGANIQUES.

Les corps organiques participent aux propriétés générales de la matière pondérable ; la mécanique, la statique et l'hydraulique trouvent également à s'y appliquer. Mais plusieurs propriétés que les matières organiques peuvent avoir en commun avec des matières inorganiques, comme la cohérence, l'élasticité, etc., ne naissent qu'autant que la force organique continue d'agir pour produire un certain mode de combinaison : ainsi la tunique élastique des artères perd son élasticité quelque temps après la mort. D'un autre côté, les applications de la mécanique, de la statique et de l'hydraulique à la physique organique, sont assez limitées, parce que ce sont les causes organiques du mouvement qui intéressent le plus ici.

Les substances impondérables, l'électricité, la chaleur, la lumière, se manifestent aussi dans les corps organisés. Chacun de ces phénomènes va être examiné d'une manière spéciale.

DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ.

On sait que l'électricité par frottement peut surtout être développée dans un grand nombre de corps d'origine organique. Celle par rapprochement, qu'on

nommé aussi galvanisme, ne naît pas uniquement par le contact de métaux hétérogènes; beaucoup d'autres matières, le charbon entre autres, et aussi le graphite, peuvent remplacer les métaux électro-moteurs, d'après les expériences de Humboldt et de Pfaff; et même des parties animales diverses, entre lesquelles on forme la chaîne, agissent d'une manière analogue à des métaux hétérogènes, seulement à un plus faible degré. Ce serait donc une idée bien fausse que de regarder les qualités des métaux hétérogènes comme la seule cause de l'électricité galvanique. Seebeck a découvert que même des barres métalliques homogènes, élevées à des températures différentes, qu'on applique les unes contre les autres, deviennent galvaniques, et qu'une simple baguette métallique, diversement échauffée à ses deux bouts, montre des phénomènes d'électricité; de sorte que l'hétérogénéité des parties en contact, l'union de ces parties en forme de chaîne, et un changement dans l'équilibre de la matière électrique, paraissent être les conditions les plus générales pour la production du galvanisme. Quand ces circonstances sont réunies, on observe aussi des phénomènes galvaniques dans les parties animales (1).

Humboldt a découvert que des convulsions légères surviennent dans une cuisse de grenouille lorsqu'on touche en même temps un nerf et un muscle avec un morceau de chair musculaire fraîche, expérience que j'ai répétée plusieurs fois. Buntzen était même parvenu à construire une faible pile galvanique avec des couches alternatives de chair musculaire et de nerfs. Suivant Prevost et Dumas, une chaîne formée de métal homogène, de chair musculaire fraîche et d'eau salée ou de sang, agit sur le galvanomètre. Quand on fixe aux conducteurs de ce dernier instrument des plaques en platine, sur l'une desquelles on pose un morceau de chair musculaire pesant quelques onces, et qu'on plonge les conducteurs dans du sang ou dans une dissolution de sel, l'aiguille magnétique subit une déviation. La même chose a lieu lorsqu'on met en contact deux conducteurs, dont l'un porte un morceau de platine imprégné de chlorure antimonique ou d'acide azotique, et l'autre un fragment de nerf, de muscle ou de cerveau (2).

Kaemtz (3) a fait voir, en outre, qu'on peut construire des piles sèches assez actives avec des corps organiques, sans nul concours de métaux. Il étala des dissolutions concentrées de substances organiques sur du papier mince, et fit des piles avec des disques de ce papier, en ayant soin que deux couches hétérogènes fussent séparées par deux épaisseurs de papier. L'électricité de ces piles fut essayée à l'aide d'un électromètre de Bohnenberger. On reconnut ainsi que la soude se comportait comme élément positif à l'égard du suif de mouton; la levure, envers le sucre de canne, le sel marin et le sucre de lait; l'huile de lin, envers le sucre et la cire blanche; l'amidon, envers la gomme; la gomme, envers le salep, le mucus de gomme adragant et le lycopode; le blanc d'œuf, envers la gomme et le sang de bœuf; le sang de bœuf, envers l'extrait de belladone et l'amidon.

Organes électriques de quelques poissons.

Les poissons électriques sont, d'après ce qui précède, moins surprenants qu'ils

(1) Consultez à ce sujet Matteucci, *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux*. Paris, 1844.

(2) Magendie, *Journal de physiologie*, t. III.

(3) Dans Schweigger's *Journal*, 56, I.

ne le semblent au premier abord, quoique la faculté dont ils jouissent d'opérer des décharges ne se manifeste que pendant la vie et quand rien ne trouble l'influence nerveuse. Parmi les raies, la famille des torpilles, embrassant les genres *Torpedo*, *Narcine*, *Astrope* et *Temera*, possède cette faculté ; au genre *Torpedo* appartiennent les deux espèces des mers du midi de l'Europe, la *Torpedo oculata* et la *Torpedo marmorata*. Il n'y a pas de poissons électriques parmi les rhinobates : on n'a cru à l'existence d'une espèce électrique dans ce genre que par confusion avec le *Narcine brasiliensis*. Les autres poissons électriques sont le *Gymnotus electricus*, qui vit dans plusieurs fleuves de l'Amérique méridionale, et le *Silurus electricus* ou *Malapterurus electricus*, qui habite le Nil et le Sénégal. Le *Tetrodon electricus* (1) de Paterson n'a point été revu, et le *Trichiurus electricus* est tout à fait douteux.

Les organes électriques des torpilles sont situés des deux côtés de la tête et des branchies. Ils consistent en des prismes à cinq ou six pans, placés les uns à côté des autres, qui, sur les points précités, occupent l'épaisseur entière du poisson (fig. 1).

Fig. 1.



Chaque prisme forme un tube, à parois minces, entouré de vaisseaux et de nerfs, dans lequel sont placées un grand nombre (150) de plaques transversales, extrêmement minces, parallèles les unes aux autres, et séparées par un liquide gélatineux. A ces organes se rendent, de chaque côté, trois forts nerfs, provenant de la paire vague, qui envoient auparavant des branches aux branchies. Un rameau de la cinquième paire se répand aussi dans la partie antérieure de l'organe (2).

Les organes de l'anguille de Surinam et du silure électrique sont placés, d'après les recherches de Rudolphi, sur les deux côtés du corps, depuis la tête jusqu'à la queue, et de chaque côté ils sont doubles, l'un superficiel, l'autre profond, séparés par une cloison, et aussi, latéralement, par des muscles, chez l'anguille de Surinam. Dans ce dernier poisson, ils se composent de membranes tendues horizontalement le long du corps, à un tiers de ligne de distance, et entre lesquelles se trouvent des cloisons verticales, dirigées de dedans en dehors, avec un liquide dans les intervalles. L'organe profond, plus petit que l'autre, est encore plus finement

(1) J'ai examiné plusieurs tétrodons à museau prolongé, comme celui du *Tetrodon electricus*, et je n'y ai aperçu aucune trace d'organes électriques.

(2) HUNTER, *Philos. Trans.*, 1773, p. 2, tab 20. — P. SAVI, *Études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille*, à la suite du *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux*, par C. MATTEUCCI. Paris, 1844. — R. WAGNER, *Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs im Zitterrochen.* (Abhandlungen der Kön. Gesell. der Wissens chaften zu Göttingen, Gottingue. 1847, p. 140.) — CH. ROBIN. *Recherches sur un appareil qui se trouve sur les poissons du genre Raies, et qui présente les caractères anatomiques des organes électriques.* Paris, 1847, in-8, fig.

divisé. Les nerfs de l'appareil sont deux cent vingt-quatre interscostaux, qui descendent à son côté interne et se distribuent dans toutes les couches, tandis que des filets plus déliés passent au-dessous du petit organe, pour aller gagner la peau. Un nerf composé de branches de la cinquième et de la huitième paire se rend superficiellement aux muscles du dos, sans se répandre dans l'organe (1).

Dans le silure électrique, les deux organes sont séparés par une membrane aponévrotique; l'externe est situé sous le derme, l'interne au-dessus de la couche musculaire; les nerfs du premier proviennent de la paire vague, qui passe sous l'aponévrose intermédiaire, mais dont les branches percent cette aponévrose pour gagner l'organe externe; ceux de l'interne émanent des intercostaux, et sont extrêmement grêles. L'organe externe consiste en de très petites cellules rhomboïdales, qui ne sont bien apparentes qu'à la loupe; l'interne semble être formé de cellules : Rudolphi donne l'épithète de floconneuse à la substance qui remplit ce dernier (2).

Les effets des poissons électriques sur les animaux ressemblent parfaitement à ceux des décharges électriques. Les secousses communiquées par une torpille qu'on touche de la main s'étendent jusqu'au haut du bras, tandis que l'anguille de Surinam semble pouvoir combattre et affaiblir même des chevaux, ce que Humboldt a décrit d'une manière très pittoresque. Il est positif que, pour ce qui concerne la torpille et l'anguille de Surinam, les seuls dont jusqu'ici on ait étudié les effets, les isolateurs de l'électricité arrêtent la force électrique, tandis que les conducteurs, comme les métaux, l'eau, lui permettent de s'écouler, et que la décharge se propage à travers une chaîne de personnes, dont la première touche au poisson. Walsh a même tiré des étincelles de l'anguille de Surinam, en conduisant le coup par une lamelle d'étain collée sur un verre et percée dans le milieu (3). Fahlenberg a répété l'expérience avec le même résultat, pendant que le poisson se trouvait dans l'air (4). Guisan, qui a fait à la Guyane une série d'expériences très soignées sur cet animal, a plusieurs fois observé des phénomènes lumineux (5), ce qui est arrivé aussi à Faraday, dans ses recherches entreprises récemment à Londres (6). Linari et Matteucci ont même réussi à obtenir une étincelle de la torpille.

J. Davy fut le premier qui observa un résultat décisif en faisant usage du galvanomètre chez la torpille (7). Il a fait aussi des expériences sur la décomposition de l'eau. L'un des réactifs les plus sensibles pour l'électricité est ici, comme partout ailleurs, une masse gélatineuse qu'on obtient en ajoutant de l'amidon pulvérisé à

(1) Rudolphi, dans *Abbandlungen der Akademie von Berlin im Jahre* 1820-1821, *und im Jahre* 1824. — *Comp.* sur l'anatomie de l'anguille de Surinam, H. Letheby, dans *Lond. med. Gazette*, vol. II, p. 809, 1842, et sur les phénomènes électriques de ce poisson, outre le mémoire de Letheby, l'ouvrage de Schoenbein, *Beobachtungen ueber die elektrischen Wirkungen dee Zitteraales*. Bâle, 1831, et celui de C. Matteucci, *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux*, Paris, 1844.

(2) Valenciennes (*Ann. des sc. nat.*, t. XIV, p. 241) donne une description des organes électriques du silure électrique, qui ne diffère pas de celle de Rudolphi, quant aux points essentiels.

(3) *Journal de physique*. 1776, octobre, 331.

(4) *Vetansk. Acad. nya Handling*. 1801, II, p. 122.

(5) *De gymnoto electrico*. Tubingue, 1819.

(6) *Philos. trans.* 1829, p. 1.

(7) *Philos. trans.* 1834, p. 2.

une dissolution concentrée ou presque concentrée d'iodure potassique : une simple combinaison de fil de cuivre et de fil de zinc et un acide très étendu, déterminent dans cette substance un précipité d'iodure d'amidon. Des expériences analogues avec le galvanomètre et l'iodure potassique ont été faites par Faraday sur l'anguille de Surinam.

L'intensité de la décharge est tout à fait volontaire et liée à l'intégrité des nerfs qui se rendent aux organes. On peut enlever le cœur aux poissons électriques sans qu'ils perdent la faculté de donner pendant longtemps des secousses; mais la destruction du cerveau ou la section des nerfs abolit cette faculté. La destruction de l'organe électrique d'un côté n'arrête pas l'effet de celui du côté opposé. Tous les observateurs ont constaté aussi que la décharge ne s'opère pas à chaque attouchement, et qu'elle dépend de la volonté de l'animal, qui, pour s'y décider, a souvent besoin qu'on commence par l'irriter. Le poisson n'exerce aucune influence sur la direction de la décharge. Il paraît sentir à peine lui-même cette dernière : on ne remarque aucun mouvement dans l'anguille de Surinam lorsqu'elle donne des secousses, et la torpille ne laisse apercevoir alors qu'un léger mouvement des nageoires pectorales. Mais les poissons électriques sont parfaitement sensibles aux irritations galvaniques artificielles dans les blessures qu'on leur a faites. D'un autre côté, les anguilles de Surinam n'éprouvent pas de mouvements convulsifs, à ce qu'assure Humboldt, quand elles servent de conducteur à la décharge fournie par une de leurs congénères.

La commotion électrique devient sensible lorsque l'animal a volonté de la communiquer, soit qu'on se contente d'appliquer un seul doigt sur une seule des surfaces de l'organe, soit qu'on pose les deux mains chacune sur une de ces surfaces, en haut et en bas. Dans les deux cas, peu importe que la personne qui touche le poisson soit isolée ou non. La torpille et l'anguille de Surinam se ressemblent à beaucoup d'égards et diffèrent l'une de l'autre à quelques égards. Gay-Lussac et Humboldt ont donné de très beaux renseignements à ce sujet. Quand une personne touche la torpille d'un seul doigt, la décharge a lieu, que cette personne soit ou non isolée; mais, lorsqu'elle est isolée, il faut que le contact soit immédiat. On touche en vain la torpille avec un métal, tandis que l'anguille de Surinam donne ses commotions à travers une barre de fer longue de plusieurs pieds. Si l'on place une torpille sur un disque métallique très mince, la main qui tient ce disque ne ressent jamais de secousse, quoiqu'une seconde personne isolée irrite l'animal, et quoique les mouvements spasmodiques des nageoires pectorales annoncent que les décharges sont très fortes. Quand, au contraire, on tient d'une main une torpille étendue, comme précédemment, sur le disque métallique, et que, de l'autre main, on touche la face supérieure, une forte secousse se fait sentir dans les deux bras. La sensation est la même quand le poisson est placé entre deux disques de métal dont les bords ne se touchent pas, et qu'on applique les deux mains à la fois sur ces disques. Mais lorsque les bords des deux disques se touchent, l'ébranlement n'a plus lieu, la chaîne est alors formée entre les deux surfaces de l'organe électrique par les disques métalliques, et la nouvelle chaîne qui résulte du contact des deux mains avec ceux-ci demeure sans effet (1).

(1) *Annales de chimie*, t. LXV, p. 15.

J. Davy avait déjà observé que les deux surfaces de la torpille ne se comportent pas de la même manière. Linari et Matteucci ont fait aussi cette remarque. La direction des courants est constamment du côté dorsal au côté ventral. Tous les points de la surface dorsale de l'organe sont, d'après Matteucci, positifs à l'égard de tous ceux de la surface ventrale. Les points de l'organe sur le dos, placés sur les nerfs qui entrent, sont positifs par rapport aux autres points de la même surface dorsale. Les points du côté ventral qui correspondent aux points positifs de la surface dorsale sont négatifs par rapport à d'autres points de la même surface ventrale, ainsi qu'on peut s'en convaincre à l'aide du galvanomètre.

Faraday a reconnu, chez l'anguille de Surinam, que le courant va toujours de la partie antérieure de l'animal à la partie postérieure; la première était positive à l'extérieur, et la seconde négative. Le milieu de la longueur du poisson est négatif par rapport à la partie antérieure, et positif eu égard à la postérieure. Les plus fortes commotions avaient lieu quand on saisissait d'une main la partie antérieure, de l'autre la partie postérieure, et elles devenaient d'autant plus faibles que les deux mains se rapprochaient davantage. En touchant l'animal aux points correspondants du côté droit et du côté gauche, on n'éprouvait qu'une petite secousse, comme si l'on n'eût touché qu'avec une seule main. L'immersion des deux mains dans l'eau, à peu de distance du poisson, est suivie d'une secousse plus forte que l'application d'une seule main au corps de cet animal. Quand l'anguille de Surinam veut tuer de petits poissons par ses secousses, elle recourbe son corps en arc autour d'eux.

La peau des poissons électriques ne joue pas de rôle essentiel dans la décharge. Matteucci a vu les organes de la torpille conserver encore leur faculté de donner des commotions après que l'animal avait été écorché ; les décharges continuaient même après qu'on avait enlevé des disques de l'organe.

C'est aux expériences de Matteucci que nous devons les premiers résultats satisfaisants sur le rôle que les nerfs jouent dans la décharge électrique (1). Après la section de tous les nerfs de l'organe, la torpille a perdu la faculté de faire des décharges; si alors on irrite mécaniquement l'extrémité périphérique d'un de ces nerfs, on obtient encore quelques décharges. Parmi les différentes pièces du cerveau, la seule qui exerce de l'influence sur ces dernières est le dernier lobe, celui de la moelle allongée, d'où naissent les nerfs de l'organe : les décharges ont lieu toutes les fois qu'on touche ce lobe. Matteucci a examiné les effets d'une pile galvanique sur les torpilles. Quand on fait communiquer le pôle positif avec le cerveau, et le pôle négatif avec l'organe électrique, de manière qu'un courant s'établisse du cerveau à l'organe, une décharge a constamment lieu; lorsqu'au contraire le pôle positif est mis en rapport avec l'organe, et le pôle négatif avec le cerveau, on n'observe pas de décharge (à moins que l'animal ne soit très irritable), et il ne se manifeste que des convulsions musculaires chez le poisson : dans ce cas, le pôle positif de la pile détermine un courant de l'organe vers le cerveau. Quand on expérimente avec la pile sur un organe totalement détaché du corps, ainsi que les nerfs, la direction du courant n'entraîne aucune différence, et la décharge a lieu dans tous les cas. Si l'on expose les nerfs isolés seuls d'une torpille aux deux pôles de la pile, il s'opère chaque fois une décharge; mais celle-ci ne s'effectue pas quand

(1) *Loc. cit.*, p. 167.

les pôles sont mis en rapport avec l'organe seulement, d'où l'on voit que les nerfs sont nécessaires à sa production. Au reste, un galvanomètre mis en connexion avec les nerfs isolés de l'organe ne donne aucun indice de déviation, pendant la décharge d'une torpille.

Matteucci résume en ces termes les conséquences de toutes ses recherches sur les phénomènes électriques de la torpille (1) : Lorsqu'on réfléchit : 1° qu'aucune trace d'électricité ne se trouve libre dans l'organe, sans qu'il se décharge ; 2° qu'on peut détruire la peau, les muscles, l'arc cartilagineux qui entoure l'organe, et même une partie de la substance de ce dernier, sans que la décharge cesse ou se montre affaiblie ; 3° que les poissons narcotiques déterminent de fortes décharges électriques ; 4° que l'irritation du lobe électrique du cerveau (dernier lobe) donne de très fortes décharges électriques, même quand l'animal semble mort depuis longtemps ; 5° que l'action de ce lobe persiste après qu'on l'a séparé de tous les lobes supérieurs du cerveau et de la moelle épinière ; 6° que l'irritation de ces lobes supérieurs ou de la moelle épinière n'est pas suivie d'une décharge ; 7° que de fortes contractions musculaires s'observent dans les parties qui environnent l'organe, sans que la décharge ait lieu ; 8° que cette décharge se produit en irritant les troncs nerveux qui sont ramifiés dans l'organe, et quand ces troncs sont déjà séparés du cerveau ; 9° que la blessure du lobe électrique, non seulement produit toujours la décharge, mais encore en renverse quelquefois la direction ; 10° enfin que le courant électrique agit sur les nerfs de l'organe pour produire la décharge, et suivant des lois particulières, il est impossible de ne pas tirer de ces faits les conclusions suivantes :

1° La décharge électrique de la torpille et la direction de cette décharge dépendent de la volonté de l'animal, qui, pour cette fonction, a son siége dans le dernier lobe de son cerveau.

2° L'électricité est développée par l'organe électrique, sous l'influence de la volonté.

3° Toute action extérieure qui est portée sur le corps de la torpille vivante, et qui détermine la décharge, est transmise par les nerfs du point irrité au lobe électrique du cerveau.

4° Toute irritation portée sur le quatrième lobe ou sur ses nerfs ne produit d'autres phénomènes que la décharge électrique.

5° Le courant électrique qui agit sur le lobe ou sur les nerfs électriques ne produit pas la décharge de l'organe, et cette action du courant persiste plus longtemps que celle des autres stimulants.

6° Toutes les circonstances qui modifient la fonction de l'organe électrique agissent également sur la contraction musculaire.

Une théorie satisfaisante des effets électriques des poissons électriques n'est point encore possible dans l'état actuel de la science, attendu que le rapport mystérieux entre les nerfs et l'électricité n'est pas plus connu dans d'autres points du corps qu'ici. On ne peut donc hasarder que des conjectures : ou les organes électriques eux-mêmes sont la source de l'électricité, ou ils ne le sont pas, et ce rôle appartient aux nerfs.

(1) *Loc. cit.*, p. 179.

Dans le premier cas, il faut admettre que les organes électriques, qui ne sauraient se charger sans l'influence nerveuse, offrent aux nerfs, pendant que ceux-ci exercent une soudaine action non électrique sur la matière qui les constitue, le moyen de développer un état électrique hétérogène, absolument comme, sous l'influence de la vie, de la lumière se dégage aussi de certains corps organiques.

Dans le second cas, si des courants électriques dans les nerfs eux-mêmes sont les sources immédiates de l'effet observé, le rapport entre les organes et ces courants peut être de deux sortes :

1° Les organes électriques peuvent jouer le rôle d'un condensateur demi-conducteur, dans lequel l'électricité produit une décharge quand les courants des nerfs viennent à être subitement renforcés ; ou les organes électriques peuvent représenter une pile secondaire, dans laquelle l'électricité n'est point engendrée, et qui, au contraire, se décharge par une impulsion émanant des nerfs. C'est là l'opinion de Matteucci. On entend par pile secondaire, en physique, une pile composée de plaques métalliques homogènes alternant avec des disques humides, qui par elle-même est incapable de produire de l'électricité, mais qui, introduite comme élément dans une pile galvanique régulière, se charge, et conserve sa charge quand on la retire du circuit, de sorte qu'elle peut ensuite être déchargée.

2° Mais les organes électriques pourraient aussi, en supposant que des courants électriques circulassent dans les nerfs eux-mêmes, représenter un appareil qui devient électrique par induction, sans recevoir les courants des nerfs, de même qu'une spirale électrique complétement isolée engendre un courant électrique dans une autre spirale isolée qu'elle renferme, sans que les deux spirales aient la moindre communication l'une avec l'autre. Si les nerfs étaient parcourus par des courants électriques, ces courants seraient, en tous cas, complétement isolés dans le tube des filets primitifs, car nulle part un nerf ne donne aucun indice de dérivation d'électricité. L'inflexion des filets nerveux en filets récurrents à leurs extrémités périphériques, inflexion dont Prevost et Dumas avaient cherché à rendre l'existence probable dans les muscles, et qu'ont démontrée Valentin, Emmert et Burdach, n'est pas plus appropriée à une dérivation quelconque, dans la supposition où il existerait des courants électriques. J'ai vu de ces plexus et de ces anses dans les organes électriques de la torpille, en examinant de minces lamelles sur des poissons frais. Cette hypothèse obligerait d'admettre que le courant électrique dans les nerfs eux-mêmes est fermé, mais que le courant développé par induction dans l'organe est susceptible de dérivation. Or tout cela n'est qu'hypothétique, et jusqu'à présent la présence de l'électricité dans les nerfs est loin d'être prouvée, ce qui ressortira des détails dans lesquels j'entrerai dans la suite.

On a besoin encore de rechercher pourquoi les poissons électriques ne souffrent pas de leur propre électricité, et quelles sont les conditions nécessaires pour que celle-ci détermine des convulsions dans leur corps.

Phénomènes d'électricité chez d'autres animaux.

Les phénomènes électriques des poissons électro-moteurs sont déterminés par des appareils spéciaux. Mais c'est une autre question que celle de savoir si de l'électricité se développe dans le règne animal, et chez l'homme, par le fait même des actions organiques ordinaires.

A l'époque du printemps, avant de s'accoupler, les grenouilles sont extrêmement sensibles au fluide galvanique; non seulement le courant galvanique d'une simple paire de plaques, mis en circuit avec le nerf, ou avec le nerf et un muscle, produit des convulsions dans une cuisse de grenouille, mais encore une seule plaque métallique homogène suffit pour donner lieu au phénomène lorsqu'elle vient à être mise en rapport avec une cuisse écorchée de grenouille dont les nerfs font saillie hors du moignon, et qui repose sur une plaque de verre isolée. Si l'on prend d'une main une plaque de zinc, et qu'on touche le nerf, avec cette plaque, pendant qu'un doigt de l'autre main pose sur la cuisse, on voit survenir aussitôt une forte convulsion. Si l'on place le nerf crural sur une plaque de zinc, et qu'on unisse ce nerf et les muscles de la cuisse par un lambeau de grenouille, des convulsions ont lieu aussi sur-le-champ. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est le phénomène galvanique qu'on produit dans une cuisse de grenouille sans concours d'un métal quelconque ou d'aucun corps étranger. Ce phénomène a été découvert par Galvani, et constaté par des expériences de Humboldt et autres. Pour y donner lieu, on coupe une grenouille en deux, au-dessus des lombes, on prend l'arrière-train, on en sépare aussi la cuisse, à l'exception des nerfs, et l'on replie les muscles de la jambe vers les nerfs cruraux. Au moment du contact, si l'animal est très irritable, on observe une contraction. J'ai produit le même effet sur une simple jambe à laquelle pendait le tronc du nerf crural, en rapprochant celui-ci de la jambe, au moyen d'une petite baguette isolante, et touchant avec lui l'épiderme humide. Des convulsions avaient lieu aussi quand j'éloignais de la jambe le nerf qui avait été mis en contact. Une autre expérience plus compliquée, qui a été faite par Aldini, par Humboldt et par moi, consiste à fermer le circuit entre le nerf de la cuisse préparée de grenouille et la jambe par une grenouille vivante ou morte, ou par un morceau de chair musculaire.

Galvani, Aldini, Humboldt, et, dans ces derniers temps, Matteucci, ont profité de ces phénomènes pour fonder l'hypothèse que l'électricité développée en pareil cas appartient à l'acte vital lui-même, tandis que Volta a établi que le nerf et les muscles doivent être considérés tout simplement comme des éléments physiques d'un circuit, qui devient actif, non pas par leurs propriétés vitales, mais par leur état matériel analogue à celui de métaux hétérogènes. Dans ce système, il n'y a de phénomène vital que la convulsion, qui sert en même temps d'électromètre pour le jeu des forces physiques, lequel jeu doit aussi se manifester dans un circuit formé d'un muscle mort et d'un nerf mort, mais alors n'est plus indiqué par des convulsions, le plus sensible de tous les électromètres. Quoiqu'on ne puisse pas dire que la théorie de Volta soit parfaitement démontrée, cependant le système opposé n'a pas pu non plus être prouvé jusqu'ici. Nobili et Matteucci ont fait voir que, dans les expériences en question, le nerf se comporte comme élément positif, et le muscle comme élément négatif, ou que le courant de l'électricité développée marche du nerf vers le muscle, et Matteucci a le mérite d'avoir poussé les expériences à ce sujet jusqu'à un haut degré de précision; mais la preuve qu'il donne, celle qu'un circuit composé d'eau salée avec un muscle et un nerf unis organiquement ensemble, dans lequel entre le galvanomètre, agit sur cet instrument, peut tout aussi bien être alléguée en faveur de l'opinion de Volta. Le fil métallique du galvanom et l'eau salée ne sont même pas déjà des éléments électriques indifférents, et

bien même on pourrait les mettre de côté dans le circuit dont il s'agit, tout indice d'électricité pourrait toujours être regardé comme une confirmation du système de Volta. Il serait nécessaire aussi de faire une contre-épreuve avec une cuisse de grenouille tout à fait morte, non irritable, et de l'eau salée. Ed. Weber a observé que le contact d'un corps animal vivant ou mort avec cuivre et cuivre, excite déjà de l'électricité dans un circuit; c'est pourquoi l'expérience par laquelle Donné a prétendu démontrer un courant électrique, au moyen du galvanomètre, dans le cas d'union établie entre des surfaces sécrétoires différentes, ne prouve réellement rien, et il est clair que toutes celles qu'on tentera à l'aide de cet instrument mis en circuit avec des matières animales hétérogènes, n'auront aucune force probante.

Les efforts des physiciens durent donc tendre à chercher directement des courants électriques dans les nerfs ou dans les muscles eux-mêmes, sans s'occuper de leur action dans un circuit galvanique. On peut arriver au but de plusieurs manières :

1° En essayant les nerfs, ou les muscles, pendant leur action, avec le galvanomètre. Jamais aucune réaction n'a été obtenue ainsi, ni par moi, ni par d'autres (1). A la vérité, on peut objecter que le filet primitif est enveloppé d'une couche graisseuse isolante dans l'intérieur de son tube nerveux; que par conséquent il ne conduit ses courants que dans le sens de sa longueur, et qu'en outre l'action des nerfs sur le galvanomètre est détruite par la présence de courants centrifuges et de courants centripètes dans les différents filets adossés d'un seul et même nerf.

2° En essayant les nerfs et les muscles eu égard à leur faculté d'attirer d'autres courants électriques isolés, ou de provoquer par induction des courants dans d'autres conducteurs isolés. Ici se rangent des expériences d'Ed. Weber, dont les détails n'ont pas encore été publiés. Ed. Weber a observé une action sur le magnétomètre quand les muscles d'un homme se contractaient au voisinage d'une barre de fer. Cependant il est incertain de savoir si ce phénomène ne doit pas être attribué à quelque autre cause perturbatrice de l'état magnétique. Provost a vu qu'une aiguille de fer doux, piquée en long dans un muscle, devenait magnétique pendant la contraction de ce muscle, et attirait la limaille de fer au moment de la contraction. Cependant Peltier (2), Valentin (3) et autres ont échoué en répétant l'expérience.

J'ai essayé l'action des courants électriques supposés des nerfs sur des spirales isolées, que tantôt je faisais marcher en pas de vis autour des nerfs ou des muscles, et que tantôt je disposais comme les tours du galvanomètre autour de la longueur d'une cuisse de grenouille préparée. Jamais je n'ai obtenu aucun résultat. On devrait s'attendre à ce que des courants intenses partant de la moelle épinière, dans le tétanos d'une grenouille, agiraient sur une aiguille aimantée suspendue au-dessus soit de la moelle épinière, soit des nerfs ou des muscles de la cuisse ; il n'en a cependant rien été. A la vérité, on aurait également à objecter ici que l'effet doit manquer toutes les fois que des courants en sens opposé marchent à côté les uns des autres dans un nerf.

(1) V. Person, *Sur l'hypothèse des courants électriques dans les nerfs* : dans *Journal de Physiologie*, t. X, 1838; Bischoff, dans Mueller's *Archiv*, 1841, p. 20.

(2) *Ann. des sc. nat.*, t. IX, p. 89, 1838.

(3) *Repertorium*, t. III, p. 41.

Il est intéressant de comparer la conductibilité des nerfs pour l'électricité avec celle d'autres corps. Suivant Weber, les diverses parties du corps humain ne conduisent pas mieux qu'on ne doit s'y attendre de la part d'un corps pénétré de sang et de liquides salés chauds, c'est-à-dire dix à vingt fois mieux que l'eau distillée à la même température, ce qui s'accorde avec la conductibilité de l'eau salée chaude, Je crois pouvoir conclure de différentes expériences que les nerfs ne sont pas meilleurs conducteurs pour les courants électriques, que ne le sont d'autres parties animales humides. Dans les expériences de Bischoff (1), ils se montrèrent assez mauvais conducteurs. Tandis que les aiguilles en platine unies avec les fils du galvanomètre étaient plongées dans le nerf sciatique d'une grenouille, à quatre lignes de distance l'une de l'autre, les électrodes d'une paire de plaques de vingt pouces carrés furent mis en rapport avec le même nerf, de telle sorte que la portion de nerf qui servait à fermer le circuit contînt aussi les fils du galvanomètre; les convulsions provoquées par le courant galvanique n'eurent aucun effet sur ce dernier instrument. La conductibilité du nerf détaché du corps se comporta de la même manière.

Maintenant, que de l'électricité agisse ou non dans les nerfs, les diverses opérations chimiques qui s'accomplissent dans le corps animal ne peuvent manquer de donner lieu à une production d'électricité, et l'état qui résulte de là doit s'annoncer en général à la surface du corps. Ici se rangent quelques observations faites autrefois par Pfaff et Ahrens (2), avec un électromètre à feuilles d'or. La personne sur laquelle on opérait se trouvait sur un isoloir; le collecteur du condensateur vissé sur l'électromètre fut touché par cette personne, et sa plaque supérieure mise en communication avec le sol. Voici quels furent les résultats :

1° D'ordinaire, l'électricité propre à l'homme en santé est positive.

2° Elle dépasse rarement en intensité celle que produit avec le zinc du cuivre qui communique avec le réservoir commun.

3° Les hommes irritables, d'un tempérament sanguin, ont plus d'électricité libre que les sujets lourds et d'un tempérament phlegmatique.

4° La somme de l'électricité est plus grande le soir qu'aux autres moments de la journée.

5° Les boissons spiritueuses augmentent la quantité de l'électricité.

6° Les femmes ont plus souvent que les hommes une électricité négative, sans cependant qu'il y ait de règle précise à cet égard. Gardini a trouvé de l'électricité négative au temps des règles, comme pendant la grossesse.

7° En hiver, les corps très refroidis ne montrent d'abord aucune électricité; mais celle-ci apparaît peu à peu, à mesure que les corps s'échauffent.

8° Le corps tout nu et chacune de ses parties donnent lieu au même phénomène.

9° L'électricité semble se réduire à zéro, pendant la durée des maladies rhumatismales, et reparaître lorsque la maladie diminue.

Quant à l'électricité qui se produit pendant la végétation des plantes, on peut consulter à cet égard les travaux de Pouillet (3).

(1) MUELLER's *Archiv*, 1841, p. 20.

(2) MECKEL's *Archiv*, t. III, p. 161.

(3) *Annales de chimie et de physique*, t. XXXV, p. 420.

PRODUCTION DE CHALEUR.

Animaux à sang chaud.

La chaleur de l'homme, dans les parties internes accessibles à nos instruments, comme la bouche, le rectum, etc., est de 36,50° à 37° C. (29,20° à 29,60° R., 97,7° à 98,6° F.); celle du sang est de 30,50° à 31° R. (31° d'après Magendie, 30° $\frac{6}{9}$ suivant Thomson), dans les maladies de 32° $\frac{8}{9}$ à 33° $\frac{3}{9}$. Dans la cyanose, avec trouble de la formation du sang artériel dans les poumons, par suite d'un vice de conformation du cœur, la température est souvent plus basse de quelques degrés, par exemple de 21° R. à la main. Dans le choléra asiatique, elle tombe à 21°, et même à 20° R., dans la bouche (1). Suivant Autenrieth, la chaleur de l'homme bien portant est moindre d'un degré et demi F. pendant le sommeil que durant la journée. On prétend qu'elle est un peu plus forte le soir que le matin (2).

Tiedemann et Rudolphi ont réuni avec le plus grand soin les observations faites sur la température des animaux. Je renvoie à leur travail, me contentant de dire ici que la température des mammifères varie, dans les divers genres, de 36 à 41° C., et celle des oiseaux de 38° à 44° C. Les petits passereaux sont ceux des animaux à sang chaud qui semblent avoir la plus grande chaleur; elle est, chez eux, de 44° C.

Les animaux à sang chaud n'ont pas la faculté de produire de la chaleur dans toutes les conditions. W. Edwards a trouvé que cette faculté était moins prononcée chez les sujets avancés en âge. L'embryon des mammifères n'a que la température de la mère, et il la perd quand on la sépare de celle-ci, d'après les expériences d'Autenrieth et de Schütz (3). La même rapidité de refroidissement se remarque même, suivant Edwards, chez les nouveaux-nés de la plupart des carnassiers et des rongeurs, dès qu'on les éloigne de la mère, la température étant de 10 à 12° C., tandis que ceux qui se trouvent auprès de leur mère ne sont moins chauds qu'elle

(1) *Voy.* sur les changements de la chaleur du corps dans diverses maladies : GAVARRET, dans l'*Expérience*, 1839, 11 juillet, GIERSE, *Quænam sit ratio caloris organici partium inflammatione laborantium*, Halle, 1842; BOUILLAUD, dans l'*Expérience*, n. 187.

(2) Chossat (*Rech. exp. sur l'inanition*. Paris, 1843) a reconnu que, contrairement à l'opinion générale, la température des animaux à sang chaud est sujette à une variation régulière, qu'il nomme *oscillation diurne*. Cette oscillation consiste dans un mouvement périodique et quotidien de la chaleur, au moyen duquel elle s'abaisse pendant la nuit et se relève ensuite pendant le jour, ce qui explique pourquoi, durant le sommeil, nous avons besoin d'enveloppes plus chaudes que celles qui nous suffisent dans l'état de veille. Chossat l'a trouvée indépendante de la température extérieure et de l'air ambiant : il en estime la valeur moyenne à 0,74. Un fait digne de remarque, c'est qu'elle coïncide avec une variation des mouvements respiratoires, qui se ralentissent en même temps que la chaleur s'abaisse, et réciproquement, ce qui s'accorde avec ce qu'on sait, d'après Prout, sur les variations diurnes de l'acide carbonique expiré. D'un autre côté, Eydoux et Souleyet (*Comptes rendus*, 1838, n° 15) ont conclu de leurs observations, dans un *Voyage autour du monde*, que la température de l'homme hausse et baisse avec celle de l'air, et qu'une différence de 40 degrés dans l'atmosphère suffit pour en produire une d'un degré chez l'homme. La température baisse lentement quand on passe d'un pays chaud dans un pays froid, et monte très vite quand on passe d'une contrée froide dans un pays chaud. (*Note du trad.*)

(3) *Experimenta circa calorem fœtus et sanguinem*. Tubingue, 1799.

e d'un à deux degrés. On peut en dire autant des oiseaux : de jeunes moineaux, és de huit jours, avaient, dans le nid, une chaleur de 35 à 36° C., qui, hors du l, tomba, dans l'espace d'une heure, à 19°, la température extérieure étant de °, et d'autres expériences firent voir que la nudité n'était point la cause de ce énomène. Il résulte des travaux d'Edwards que plusieurs mammifères viennent monde beaucoup moins développés que d'autres : tels sont les chiens, les chats, lapins; ceux-là ont bien moins de chaleur intérieure que beaucoup d'autres imaux de leur classe, qui ne naissent point aveugles. Au bout de quinze jours, ıte différence s'efface, et les premiers atteignent le terme où les autres étaient jà au moment même de leur naissance (1). On sait que l'homme lui-même, au ›ment de sa naissance, n'a pas moins besoin que les carnassiers et les rongeurs la chaleur extérieure, pour conserver la la température qui lui est propre. Les :herches statistiques de Milne Edwards (2) ont fait voir, en outre, que le défaut chaleur, à un degré qui n'a point encore été apprécié jusqu'ici, est une cause de ›rtalité chez les nouveaux-nés, dans l'espèce humaine.

Chez les adultes des animaux à sang chaud, la production de la chaleur paraît lépendante, jusqu'à un certain point, de la température extérieure; indépendance i pourtant varie suivant la situation géographique des lieux que l'animal ha- e, comme aussi d'après les conditions intérieures de vitalité de ce dernier, et dont limites occasionnent les émigrations de beaucoup d'animaux, à proportion des angements de température amenés par les saisons. Toutefois les observations de rry nous ont appris que les animaux des régions polaires, par exemple les mam- fères, supportent un froid capable de congeler le mercure (— 40° C.), et peu- nt même vivre jusqu'à 46° au-dessous de zéro (3).

Certains mammifères, au contraire, les hibernants, la marmotte, le loir, le mus- rdin, le hamster, le hérisson, la chauve-souris, le blaireau, l'ours (ces deux der- ırs imparfaitement), n'acquièrent leur chaleur propre qu'à un degré modéré de npérature extérieure, et en perdent une partie quand le froid règne au dehors, sorte qu'ils tombent alors dans un état d'asphyxie et de mort apparente, et que ısieurs même gèlent quand le thermomètre descend à 10 ou 12° C. au-dessous de o. En général, la température de ces animaux ne diffère pas, tant qu'ils sont :illés, de celle des autres mammifères; cependant Berthold a remarqué que le scardin n'avait alors que 23° ¾ R. Pallas, Spallanzani, Mangili, Prunelle, Saissy, rmak et Berthold se sont occupés de ce phénomène, auquel on donne le nom *ibernation*. La plupart du temps, les hibernants ne tombent pas dans cet état t que la température extérieure ne descend pas au-dessous de 8 à 9° R., et le scardin conserve même toute sa vivacité jusqu'à 5° R. au-dessus de zéro, ainsi : Saissy l'affirme, contrairement aux assertions de Spallanzani (4). Saissy réfute si l'opinion de Mangili, que le sommeil d'hiver est indépendant de la tempéra- e, et que, pour cette raison, il ne survient plus tard ni ne cesse plus tôt quand ıtomne est tardive ou le printemps précoce. Pallas a endormi des marmottes, ssy des hérissons et des loirs, en les mettant dans une glacière pendant l'été.

1) Legallois.—Meckel's *Archiv*, t. III, p. 454.
2) *Annales d'hygiène publique*. Paris, 1829, t. II, p. 291.
3) *Voy*. Tiedemann, *Physiologie*, t. I, p. 493 et suiv.
4) *Mémoires de l'Acad. de Turin*, 1810-1812. — Meckel's *Archiv*, t. III, p. 133.

D'un autre côté, ces animaux s'éveillent au plus fort même de l'hiver, lorsqu'on les expose à une température de 9 à 10° au-dessus de zéro. Les observations de Czermak sur le loir et celles de Berthold sur le muscardin, prouvent cependant que le sommeil d'hiver est indépendant jusqu'à un certain point de la température extérieure (1). Les muscardins s'endorment, qu'ils jouissent de leur liberté ou qu'on les tienne dans une chambre chaude : ceux que possédait Berthold s'endormaient même à une température de 8 à 14° R., cependant le sommeil est plus profond et plus prolongé quand la température est basse. Les loirs commencent à dormir à + 12° R., et s'éveillent au printemps à + 9°. Quelques uns, qui étaient restés en léthargie pendant plusieurs heures à + 34° R., ne tombèrent point dans le sommeil d'hiver lorsque, durant l'été, on les soumit à un froid qui dépassait 20° R. au-dessous de zéro. La cause de ce sommeil semble donc être un défaut général d'énergie vitale, qui est en rapport avec le changement de saison, et le phénomène se rattache à celui de la mue, de la chute des poils, à celui des migrations, et aux changements périodiques d'un grand nombre de végétaux.

Les observations de Berthold ont montré que, quand la température extérieure croît, la chaleur n'augmente pas aussi vite dans l'animal que dans l'atmosphère ambiante. Les animaux sont en état de maintenir leur température à quelques degrés au-dessus de zéro, lorsque celle du dehors est tombée au-dessous de ce point. Quand on diminue peu à peu la température du milieu ambiant, leur chaleur propre ne diminue non plus que peu à peu.

La respiration continue bien chez les animaux hivernants, mais lente et presque insensible, de sorte que la marmotte respire sept à huit fois par minute, le hérisson quatre ou cinq fois, le loir neuf ou dix fois. Cependant elle s'arrête tout à fait quand l'engourdissement est aussi profond que possible, et, d'après les observations de Spallanzani, on peut alors plonger les animaux dans un gaz irrespirable, sans qu'ils en souffrent. Avant que cet état ait lieu, ils consomment l'oxygène de l'atmosphère, comme l'a constaté Saissy ; la consommation diminue à mesure que leur chaleur baisse, mais elle persiste, ainsi que l'exhalation d'acide carbonique, jusqu'à ce qu'il ne reste plus un seul atome d'oxygène dans l'air atmosphérique, tandis que les animaux qui n'hivernent pas, les lapins, les rats, les moineaux, meurent après avoir consommé peu d'oxygène, lorsqu'on les tient sous une cloche. Suivant Prunelle, le sang artériel des chauves-souris est moins vermeil pendant l'engourdissement. Quant à ce qui concerne la circulation chez les animaux engourdis, Saissy a trouvé que le sang se meut avec une lenteur extrême au début et vers la fin de l'engourdissement, et que, quand celui-ci est complet, les vaisseaux capillaires des parties extérieures sont presque vides, les gros vaisseaux à peine distendus à moitié : les principaux troncs de la poitrine et du ventre sont les seuls où l'on aperçoive encore un mouvement ondulatoire du sang. Le nombre des battements du cœur est d'environ 200 par minute chez les chauves-souris : durant le sommeil d'hiver, il n'est plus que de 50 à 55 selon Prunelle. La sensibilité et l'aptitude des muscles à se contracter par le fait d'excitations mécaniques ou galvaniques, diminuent dans le sommeil d'hiver ; cependant, lorsqu'il est parvenu au plus haut degré, on ne voit plus aucune trace de réaction à la suite des stimulants

(1) *Voy.* MUELLER's *Arch.*, 1835, p. 150 ; 1837, p. 63.

qui d'ordinaire provoquent des sensations, insensibilité que Saissy n'a remarquée parfois que chez les hérissons et les marmottes. Les fonctions nutritives persistent, mais affaiblies, pendant l'engourdissement ; les animaux hivernants consomment une partie de la graisse qui s'était amassée chez eux en automne. Les excrétions ne cessent pas non plus entièrement. Prunelle a constaté, dans les chauves-souris, une perte en poids de $\frac{1}{31}$, depuis le 19 février jusqu'au 12 mars (1).

Lorsque la température extérieure dépasse celle qui est propre à un mammifère, la chaleur de celui-ci monte bien de quelques degrés, mais son accroissement ne suit pas uniformément celui de la chaleur du dehors. Duntze (2), Fordyce, Banks, Blagden (3), Delaroche et Berger ont fait des expériences à ce sujet. Blagden et autres supportèrent pendant plusieurs minutes un air sec dont la température était de + 79 degrés Réaumur. Delaroche et Berger n'ont observé qu'un accroissement de quelques degrés chez des lapins soumis à une température de 50 à 90 degrés centigrades. Les oiseaux non plus ne se mirent pas en équilibre avec une température extérieure élevée ; ils ne devinrent plus chauds que de 6 à 7 degrés (4). La cause en est que l'évaporation donne lieu à du froid. D'un autre côté, Delaroche a observé que, dans un air chaud, chargé de vapeurs aqueuses, et où il ne pouvait se faire aucune évaporation, les animaux s'échauffaient de 2 à 3, même de 3 à 4 degrés Réaumur en plus que le milieu ambiant. Ici il faut avoir égard en même temps à ce que l'air humide est meilleur conducteur de la chaleur. D'ailleurs, on ne doit pas oublier que l'accroissement de l'évaporation sous l'influence de la chaleur sèche ne reconnaît pas seulement des causes physiques, et qu'ici la chaleur donne de l'activité à une fonction organique. Il est de fait que très fréquemment des causes internes s'opposent à cette évaporation malgré l'élévation de la chaleur intérieure, et si, dans certaines fièvres, la peau paraît chaude à un degré insupportable, c'est qu'elle est sèche et que la transpiration ne peut avoir lieu.

Animaux à sang froid.

On a souvent prétendu, mais à tort, que les animaux à sang froid sont privés de chaleur propre. Quant à ce qui concerne d'abord les amphibies, les recherches de

(1) D'après Prunelle et Tiedemann (MECKEL's *Archiv*, t. I, p. 481), il se développpe au cou, et dans le médiastin antérieur, dès avant le sommeil d'hiver, une masse d'apparence glanduleuse, mais sans doute purement graisseuse, qui, suivant la remarque de Jacobson (*ibid.*, t. III, p. 151), a été, à tort, comparée au thymus. Otto (*Nov. act. nat cur.*, t. XIII, p. 1) a trouvé que, chez les animaux hivernants, un vaisseau comparable à la carotide interne traverse l'étrier du tympan : c'est ce qui a lieu dans les genres *Vespertilio*, *Erinaceus*, *Sorex*, *Talpa*, *Hypudaeus*, *Georhychus* (*Lemnus*), *Myoxus*, *Mus*, *Cricetus*, *Dipus*, *Meriones*, *Arctomys*, *Sciurus*, qui, d'après Otto, s'engourdissent tous plus ou moins complétement. Hyrtl (MUELLER's *Archiv*, 1836) a remarqué aussi cette particularité dans les cochons d'Inde, tandis qu'elle n'existe pas chez le *Myoxus glis* ; une artère analogue, mais très petite, se rencontre également quelquefois chez l'homme. Otto nie positivement que les vaisseaux cérébraux soient petits, comme l'a prétendu Mangili ; il n'a pas non plus remarqué la grosseur des nerfs des parties extérieures, dont parle Saissy. — Les principaux écrits sur le sommeil hivernal sont : SAISSY, *Recherches expérimentales sur la physique des animaux hivernants*, Paris 1808 ; — SAISSY, dans les *Mémoires de Turin*, 1810-1812 ; — PRUNELLE, dans les *Annales du Muséum*, t. XVIII.

(2) *Experimenta calorem animalem spectantia*. Leyde, 1754.

(3) *Philos. Trans.*, 1775, vol. 65.

(4) *Journal de physique*, t. LXXI.

J. Davy, Czermak, Wilford et Tiedemann ont montré que la température de ces animaux baisse jusqu'à certain degré avec celle du dehors, mais que cependant elle dépasse presque toujours celle-ci d'un ou de plusieurs degrés, et qu'elle monte également avec elle, quoiqu'elle ne devienne jamais plus forte que jusqu'à un certain point, et qu'elle ne l'atteigne même pas lorsque la chaleur extérieure est très grande. Czermak a fait de nombreuses recherches sur la température des amphibies (1). Celles de Berthold (2), qui semblent avoir été faites avec un soin tout particulier, établissent que la différence de température entre ces animaux et le milieu ambiant est très peu de chose. Il dépend uniquement de la volonté de l'observateur de trouver, chez un animal à sang froid, une température très supérieure, ou fort inférieure, ou presque égale, à celle du milieu ambiant ; car ces animaux, lorsqu'ils étaient soumis avant l'expérience à une temperature différente de celle qu'on leur fait subir alors, ont besoin souvent d'un laps de temps assez long pour se mettre en équilibre avec cette dernière. Berthold a reconnu que, chez les amphibies nus, la température est généralement plus basse que celle de l'air extérieur, à cause de l'évaporation, et la même chose arrive après la mort. La température des grenouilles est à peu près la même que celle de l'eau, quand on les observe tous deux séparément ; si le liquide offre peu de surface à l'évaporation, la température surpasse même un peu celle de l'animal ; mais si la grenouille se trouve dans l'eau, il y a égalité entre les deux températures. Les grenouilles accouplées ont une température de $\frac{1}{4}$ à 1° R. supérieure à celle du liquide. Les amphibies secs ont $\frac{1}{4}$ à 1° R. de chaleur de plus que l'air ambiant et l'eau placée à côté d'eux, quand la température extérieure est ou moyenne ou élevée.

La température des poissons dépasse de $\frac{1}{2}$ à 1 $\frac{1}{2}$° celle de l'eau environnante, comme l'apprennent les expériences de Martine, J. Hunter, Broussonet, J. Davy et Despretz. Broussonet a trouvé que la température était d'$\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{3}$° plus élevée que celle de l'eau chez les petits poissons, de $\frac{3}{4}$° chez l'anguille, d'un degré chez la carpe. Despretz a vu, l'eau marquant 10,83° C., que la température était de 11,69° chez deux carpes, de 11,54° chez deux tanches. Becquerel et Breschet n'ont remarqué, chez les carpes, qu'un demi-degré de différence à l'avantage de l'animal. Berthold n'a pas observé la moindre différence chez les poissons. J. Davy a trouvé que la température d'un squale était de 25° C., celle de la mer étant de 23,75°. Ses expériences sur la haute température des thons présentent un grand degré d'intérêt (3). Suivant lui, le *Thynnus pelamys* a une température de 99° F., la mer étant à 80,5°. Les pêcheurs assurent que le thon ordinaire possède aussi une température élevée. Cette particularité se rattacherait-elle aux réseaux admirables découverts par Eschricht et par moi, à la veine porte et aux artères mésentériques des thons ? c'est ce que décideront des observations ultérieures sur ces animaux et sur d'autres êtres de la même classe qui, d'après nos observations, possèdent aussi des réseaux admirables, comme le *Squalus cornubicus* et le *Squalus vulpes* (4). Les grands réseaux admirables de la vessie natatoire de l'anguille ne sont pas plus chauds que d'autres parties du corps.

(1) BAUMGAERTNER et ETTINGHAUSEN, *Zeitschrift fuer Physik und Mathematik*, t. III, p. 385.
(2) *Neue Versuche ueber die Temperatur der kaltbluetigen Thiere*. Gœttingue, 1835.
(3) *L'Institut*, 108.
(4) Abh. der Acad. der Wissenschaften zu Berlin, von Jahr, 1836, und Nachtrag.

Les animaux à sang froid sont en partie sujets au sommeil d'hiver. Franklin parle de plusieurs poissons qui, étendus sur la glace, s'engourdissent presque instantanément, mais reviennent à la vie au bout de quelques heures ou de quelques jours. Cependant, on a plus d'une fois observé que les poissons se maintiennent vivants dans la glace, et que l'eau ne gèle point autour d'eux. Quant aux amphibies, non seulement ils éprouvent le sommeil d'hiver, avant l'invasion duquel ils se cachent dans des trous, mais encore ils s'engourdissent pendant l'été dans les climats chauds. Durant la saison sèche, ils se couchent et tombent dans un état analogue au sommeil d'hiver, d'où ils sortent à l'apparition de la saison pluvieuse. Humboldt a fait des remarques fort intéressantes à ce sujet. On ne connaît qu'un seul exemple de ce genre parmi les animaux à sang chaud : c'est celui du tanrec, ou hérisson de Madagascar.

Nous manquons encore d'observations complètes sur la température des animaux sans vertèbres (1). Cependant celles qui existent font voir que leur température, quoique variable, comme chez les autres animaux à sang froid, en raison de celle du milieu ambiant, peut pourtant, chez les insectes, être d'un degré plus élevée ou plus basse : c'est ce qui résulte des expériences de Martine, Hausmann, Rengger et J. Davy. D'un autre côté, on a déjà observé une température assez considérable dans les ruches et dans les fourmilières (2).

Le sommeil d'hiver se rencontre aussi chez les animaux sans vertèbres : du moins a-t-on certitude à cet égard en ce qui concerne les insectes et les mollusques des climats tempérés et chauds (3).

Causes de la production de chaleur.

Ce qui intéresse d'abord ici, c'est la différence de température dans les diverses parties du corps (4). Elle diminue vers les parties extérieures. Ainsi, par exemple, chez l'homme, l'aisselle marquait 98° F., l'aine 95,5°, la cuisse 94°, la jambe 91-93°, la plante du pied 96°. Becquerel et Breschet (5) se sont servis, pour leurs recherches, du multiplicateur thermo-électrique. On plonge, dans la partie qu'on veut examiner, une aiguille composée de deux aiguilles hétérogènes soudées ensemble à l'une de leurs extrémités, tandis que l'autre est mise en communication avec les fils d'un multiplicateur thermo-électrique. On introduit une de ces aiguilles dans la partie, de manière que le point d'union des deux aiguilles corresponde au milieu de la partie, après quoi on unit les deux extrémités libres avec les fils du multiplicateur. Les auteurs ont trouvé, entre la température des muscles (4 centimètres de profondeur) et celle du tissu cellulaire superficiel (un centimètre de

(1) *Cons.* les observations faites par Dutrochet, avec l'appareil thermo-électrique, sur un grand nombre d'animaux à sang froid, vertébrés et invertébrés (*Ann. des sc. nat.*, 1840, t. XIII, p. 5), et celles de Valentin et Will sur dix-sept espèces d'animaux invertébrés (*Repertorium*, t. IV, p. 359).

(2) V. Rudolphi, *Physiologie*, p. 179 ; Treviranus, *Biologie*, t. V, p. 20 ; Tiedemann, *Physiologie*, t. I, p. 510.

(3) Voyez, entre autres, les observations de Gaspard sur le sommeil d'hiver des limaçons, dans le journal de Magendie.

(4) J. Davy, *Phil. Trans.*, 1814.

(5) *Ann. des sc. nat.*, 1835, mai, octobre.

profondeur), une différence de 2 degrés à 1,25° C. en faveur des muscles, ce qui ne peut être attribué qu'à la perte de chaleur à la surface du corps. La température des muscles de l'homme est de 36,77° C. Chez le chien, la température de la poitrine, du bas-ventre et du cerveau était égale à celle des muscles.

Les expériences de J. Davy sur la différence de température des deux sangs ont un intérêt extraordinaire (1). Elles ont été au nombre de onze, faites sur des moutons et des bœufs. Si l'on en tire la moyenne, on voit que le sang artériel est d'environ 1 à 1 ½° F. plus chaud que le veineux. Mayer (2) a même trouvé que le sang de la veine jugulaire était de 1 à 2 degrés moins chaud que celui de l'artère carotide; mais il n'a jamais pu, comme Davy, apercevoir de différence dans la température du sang des deux moitiés du cœur. Becquerel et Breschet ont examiné, depuis, ce point: ils se sont servis du multiplicateur thermo-électrique, et ils ont trouvé que la différence moyenne entre le sang de l'aorte et celui de la veine cave descendante était de 1,01° cent., entre celui de l'artère crurale et celui de la veine crurale de 0,90°, chez le chien. La différence de température du liquide dans l'oreillette gauche et l'oreillette droite d'un dindon était de 0,90° en faveur de la première. La température des systèmes artériel et veineux va en diminuant depuis le cœur jusqu'aux extrémités (3). Ces faits nous conduisent à l'examen de la théorie suivant laquelle la chaleur animale a sa source dans les poumons.

Dans l'hypothèse de Lavoisier et Laplace, que la plupart des chimistes modernes ont adoptée, l'oxygène de l'atmosphère se combine, pendant l'inspiration, avec le carbone du sang, et il est expiré sous forme d'acide carbonique. Comme la respiration enlève à l'air plus d'oxygène qu'il ne s'en trouve dans l'acide carbonique expiré, les partisans d'une autre hypothèse admettent que celui qui ne passe point à l'état d'acide carbonique se combine avec de l'hydrogène du sang, et produit ainsi de l'eau, qui est exhalée. En admettant cette théorie, on peut chercher les causes de la température animale dans la chaleur qui résulte de la combinaison de l'oxygène contenu dans l'air inspiré avec le carbone et l'hydrogène du sang. Crawford (4) a cru la rendre plus vraisemblable encore, en prétendant que la propagation de la chaleur développée dans les poumons s'explique alors avec facilité, et que la capacité du sang artériel pour le calorique surpasse celle du sang veineux, à peu près dans la proportion de 11,5 à 10. D'après cela la chaleur produite dans l'appareil pulmonaire servirait à entretenir la température du sang artériel, et elle se mettrait ensuite en liberté partout où les organes tirent leur nourriture du sang, partout où le sang artériel se transforme en sang veineux. J. Davy a cependant fait voir que les deux sangs ne diffèrent pas, ou du moins diffèrent très peu l'un de l'autre, quant à leur capacité pour le calorique (:: 10,11 : 10).

Mais on peut déterminer par un calcul direct combien de chaleur la respiration est susceptible de produire, en admettant que la théorie chimique de cette fonction soit exacte. Dulong et Despretz ont entrepris ce travail. Dulong renferma

(1) *Tentamen experimentale de sanguine.* Édimbourg, 1814.
(2) Meckel's *Archiv*, t. III, p. 337.
(3) *L'Institut*, 190.
(4) *Experiments and observations on animal heat.* Londres, 1788.

divers mammifères et oiseaux, tant herbivores que carnivores, dans un réservoir où les changements que la respiration fait subir à l'air pouvaient être déterminés, et les quantités des produits mesurées, tandis qu'en même temps on calculait la perte de chaleur des animaux. Il trouva que tous les animaux consomment plus de gaz oxygène qu'ils n'en transforment en acide carbonique. Chez les herbivores, le gaz oxygène absorbé, c'est-à-dire non converti en acide carbonique, ne s'élevait, terme moyen, qu'à $\frac{1}{10}$ de la quantité de gaz employée, tandis que, chez les carnivores, le minimum était de $\frac{1}{3}$ et le maximum de $\frac{1}{2}$. Maintenant, si l'on admet que, dans sa transformation en gaz acide carbonique, durant la respiration, le gaz oxygène produit autant de chaleur qu'une même quantité de ce gaz en développe lorsqu'il subit la même conversion par le fait de la combustion du charbon, et si l'on prend pour point de départ la quantité de chaleur indiquée par Laplace et Lavoisier, on voit qu'elle ne s'élève qu'à 0,7 de la chaleur que l'animal herbivore perd dans le même laps de temps, et à $\frac{1}{2}$ de celle que le carnivore perd dans ce même espace de temps. Si l'on admet, en outre, que le gaz oxygène, qui est absorbé dans l'acte de la respiration, et qui ne se trouve pas restitué à l'air sous forme d'acide carbonique, sert à former de l'eau, et qu'il se dégage, durant cette autre formation, autant de chaleur qu'en produit une même quantité d'oxygène qui se convertit en eau par la combustion du gaz hydrogène, la quantité totale de la chaleur qui résulte de la combinaison de l'oxygène avec le carbone et l'hydrogène correspond à 0,75-0,80 de celle que les animaux, tant carnivores qu'herbivores, développent dans le même temps (1).

Despretz renferma des animaux, pendant une heure et demie à deux heures, dans un réservoir entouré d'eau, et disposé de manière que l'air pût y entrer et en sortir avec une vitesse constante : il détermina la quantité et la composition de cet air avant et après l'expérience, ainsi que l'accroissement de température de l'eau ambiante déterminé par la chaleur animale. La chaleur qui, d'après la théorie chimique, dut naissance à la combustion du carbone et de l'hydrogène pendant la respiration, fut de 0,75 à 0,91 de celle que l'animal laisse échapper dans le même laps de temps (2).

Il est fort peu vraisemblable que l'eau qui s'exhale dans la respiration soit produite par une combinaison d'éléments, ainsi que nous le ferons voir plus tard, en exposant l'histoire de la fonction. Il est beaucoup plus probable que de l'oxygène reste dans le sang. D'après cela, on ne peut faire entrer en ligne de compte que la chaleur provenant de la formation de l'acide carbonique, et qui, d'après Dulong, égale, chez les herbivores 0,7°, chez les carnivores $\frac{1}{2}$, de la chaleur animale.

Les gaz enlevés à l'air pendant la respiration passent dans le sang, comme le prouvent les expériences de Magnus. Le sang artériel et le sang veineux contiennent du gaz oxygène, du gaz azote et du gaz acide carbonique, l'artériel plus d'oxygène que le veineux, et le veineux plus d'acide carbonique que l'artériel. De là il suit que l'acide carbonique expiré se produit, non pas uniquement dans les poumons, mais dans tout le cours de la circulation, et que par conséquent la chaleur animale, en tant qu'elle dépend de la formation de l'acide carbonique, se développe dans le système vasculaire entier.

(1) *Neues Journal fuer Chemie und Physik*, t. VIII, p. 505.

(2) *Ann. de chimie*, t. XXVI, p. 338.

Cette théorie explique pourquoi l'embryon ne possède point en propre de chaleur sensible, car il n'a point encore respiré d'oxygène; pourquoi les individus atteints de cyanose, chez lesquels un vice des organes circulatoires met obstacle à la conversion du sang par la respiration, sont plus froids de quelques degrés; enfin pourquoi les animaux à sang froid, chez lesquels il n'y a qu'une partie du sang qui s'oxyde, n'ont qu'une température propre fort peu élevée. Chez les amphibies, une partie seulement du sang respire pendant la circulation générale. Les produits de la respiration sont dix fois moindres chez eux que chez les mammifères, c'est-à-dire qu'une partie en poids d'une grenouille forme, dans un laps de temps donné, dix fois moins d'acide carbonique qu'une égale partie en poids d'un mammifère. Chez les poissons, dont le sang tout entier respire pendant son passage à travers les branchies, le résultat n'est cependant pas plus grand que chez les reptiles, parce que l'échange de matériaux est infiniment moins considérable, en quantité, dans la respiration au moyen de l'air tenu par l'eau en dissolution, que dans la respiration aérienne; effectivement l'eau des rivières et des mers ne contient dissoute que la vingtième partie de l'oxygène qui existe dans un égal volume d'air atmosphérique (1).

Quelque vraisemblance qu'ait cette théorie, il ne faut pourtant pas oublier que la production de la chaleur ne dépend point uniquement du travail chimique, et qu'elle est soumise à l'influence des parties vivantes. Les globules du sang, qui sont, de toutes les parties, celles auxquelles la respiration imprime les changements les plus frappants, et qui, d'après Prevost et Dumas, abondent moins dans le sang des animaux à sang froid, tels que les reptiles et les poissons, que dans celui des mammifères et des oiseaux, sont, bien que nageant dans le liquide du sang, des corpuscules vivants et actifs, dont la structure ressemble tout à fait à celle des parties élémentaires qui donnent naissance à tous les tissus; ce sont, comme elles, des cellules munies d'un noyau; ils doivent donc participer aux propriétés vitales générales des cellules, produire des changements chimiques dans leur propre contenu et dans ce qui les entoure, enfin être, comme les autres cellules, aptes à entrer en conflit avec les parties élémentaires des organes. Ce conflit des globules du sang, tant entre eux qu'avec la substance des organes, dans les vaisseaux capillaires, doit être susceptible d'augmenter et de diminuer, tant d'une manière générale que d'une manière locale, sans que la respiration dans les poumons subisse aucun changement perceptible. En laissant même de côté les globules du sang, le conflit chimique des organes avec le sang imprégné d'oxygène doit être tantôt plus, tantôt moins actif, suivant l'état vital des organes, et même s'accomplir localement avec plus ou moins d'intensité en raison de conditions purement locales. Or, la température ne peut manquer de dépendre de ces circonstances (2).

(1) Les insectes seuls ne s'accordent pas avec cette théorie; car, bien qu'ils n'aient pas de température propre appréciable, cependant la plupart d'entre eux donnent, d'après Treviranus, une quantité proportionnelle de produits respiratoires égale à celle que fournissent les animaux à sang chaud, et, à cet égard, ils se rapprochent rarement des reptiles.

(2) Les expériences de Chossat ont établi que, chez les animaux soumis à une abstinence forcée, la chaleur baisse, en moyenne, de 0°3 par jour; mais, le dernier jour de la vie, le refroidissement a lieu avec une telle rapidité, que la perte s'élève à 15°, et que la mort arrive à 24°,9. Or, comme ce degré est celui auquel, en général, succombent les animaux sans qu'on

Parmi les circonstances générales qui influent sur la production de la chaleur, on distingue les suivantes. Quand la faim est portée à un haut degré, quand la matière existante se trouve éliminée sans qu'il s'en organise de nouvelle, la chaleur diminue de quelques degrés, suivant Martine, malgré la persistance de sa source dans la respiration (1). Un état fébrile peut, d'après les expériences de Becquerel et Breschet, augmenter la température d'environ 3° C. D'un autre côté, on sait que l'oppression des forces organiques dans les affections nerveuses, durant le frisson fébrile, diminue la température, sans que la respiration change en même temps.

Au nombre des causes d'un changement local de la chaleur se rangent l'inflammation, les modifications locales de l'influence nerveuse et le mouvement musculaire. Becquerel et Breschet ont trouvé que la température était plus élevée d'environ 3° C. dans des tumeurs scrofuleuses vivement enflammées. La contraction des muscles a constamment été, dans leurs expériences, accompagnée d'une élévation de température de 1 à 2° C. Elliot et Home ont observé qu'après la section des nerfs d'un membre, la chaleur diminue, et tous les expérimentateurs conviennent que ce phénomène a lieu après la section de la paire vague. Cette différence est mesurable à l'aide du thermomètre, de sorte qu'il faut bien la distinguer de la sensation purement subjective du froid qui a lieu après une lésion des nerfs. Earle a trouvé, dans un cas de paralysie du bras, que la chaleur de la main bien portante

plonge dans des mélanges réfrigérants, on est fondé à penser que la cessation de la vie, chez ceux qu'on prive d'aliments, est la conséquence du refroidissement du corps, lequel résulte de la diminution graduelle dans la production de la chaleur. Conduit naturellement à cette conclusion par ses expériences (*Rech. exp. sur l'inanition.* Paris, 1843, p. 155), Chossat dut penser que la mort pourrait être retardée, et le mécanisme par lequel elle arrive changé, si l'on soumettait à un réchauffement artificiel les animaux déjà refroidis et sur le point d'expirer : c'est ce que l'observation a confirmé. Placés dans une étuve, les animaux en état de mort imminente, n'ayant au plus que quelques minutes encore à vivre, se sont ranimés peu à peu, et, par la continuation de l'application de la chaleur, ils ont recouvré successivement l'usage de leurs facultés. Pendant cette existence, pour ainsi dire factice, les diverses fonctions se sont exécutées comme dans l'état normal, à l'intensité près. L'appétit est revenu ; mais la digestion des aliments ne s'est opérée qu'autant que le réchauffement était soutenu pendant un temps suffisant. Ce qui mérite surtout attention, c'est que l'animal, en passant à l'état de mort imminente par la soustraction des aliments, avait perdu la faculté de produire lui-même de la chaleur ; que le réchauffement artificiel, tout en retardant de beaucoup sa mort, ne lui rendait pas cette faculté, puisque la chaleur acquise par ce moyen variait comme la température du milieu, et ne présentait pas la quasi-fixité propre à la chaleur animale ; enfin, que le rétablissement de la faculté de produire de la chaleur était le résultat de la digestion. Au reste, l'animal ne survit pas toujours, malgré le retour graduel des fonctions, et, en particulier, de la digestion ; quand il succombe, sa mort a lieu par un autre mécanisme, par suite de l'anémie, de la vacuité du système sanguin, et les convulsions en sont le caractère. Ces expériences très curieuses ne pourront manquer d'avoir une grande influence sur les théories de la chaleur animale ; elles nous montrent l'effet de l'alimentation sur la production de cette chaleur, réduite à sa plus simple expression. Par l'inanition, poussée jusqu'à la mort imminente, c'est-à-dire jusqu'à la cessation de la caloricité, on avait éliminé toute la masse des matériaux calorifiques mis en réserve pour subvenir pendant longtemps aux éventualités, afin que la vie de l'animal ne fût pas à la merci d'un repas trop retardé. Cette élimination faite, on fournit à l'animal une dose d'aliments qu'on lui fait digérer. Dès lors, sa caloricité revient, et il peut se soutenir par lui-même, complétement, si l'aliment est abondant ; incomplétement, s'il est en quantité insuffisante. (*Note du trad.*)

(1) On peut citer contre cette assertion un fait d'occlusion du pharynx, rapporté par Currie dans ses *Medical Reports on the effects of water*. Liverpool, 1798.

[illegible] de 92° F., et celle de la main paralysée de 70° ; l'électrisation éleva cette dernière à 77°, tandis qu'en autre cas les doigts paralysés marquaient 56°, et la main saine 62° (1). Becquerel et Breschet n'ont remarqué, dans l'hémiplégie, aucune différence appréciable entre le côté sain et le côté paralysé. Cependant l'influence des nerfs sur le conflit organique entre la substance et le sang se manifeste déjà dans le phénomène local du refroidissement des extrémités inférieures, où la peau pâlit et le sentiment s'émousse, quoique la chaleur soit normale dans le reste du corps, et l'on sait que les stimulations de la peau et de ses nerfs, par exemple les frictions et le massage, remettent la production de la chaleur en jeu dans les parties ainsi engourdies, y ramènent le sentiment et y rétablissent la turgescence.

Brodie (2) a trouvé qu'après la décapitation, la section de la moelle allongée, la destruction du cerveau ou l'empoisonnement par le wourara, on pouvait, en soufflant de l'air dans la poitrine, et opérant ainsi une respiration artificielle, entretenir la circulation et la métamorphose du sang dans les poumons, ce dont il s'est assuré par l'analyse des gaz, mais qu'il n'y avait pas production de chaleur, et que l'animal se refroidissait plus rapidement que quand on n'entretenait pas la respiration artificielle, parce que l'air insufflé le refroidissait. Hall, au contraire, a observé qu'un animal *décapité* conservait plus longtemps la chaleur quand on établissait une respiration factice (3). Les résultats des expériences de Legallois (4) ne s'accordent pas non plus tout à fait avec ceux de Brodie. Toutes les fois, dit Legallois, que la respiration vient à être gênée, qu'on tient les animaux liés sur le dos, et qu'on leur fait respirer de l'air raréfié, ou mêlé soit d'azote, soit d'acide carbonique, leur température baisse ; le même effet a lieu quand on insuffle de l'air dans les poumons, parce qu'alors la respiration s'accomplit avec gène, et le plus fort refroidissement correspond toujours à la moindre consommation de gaz oxygène. Emmert (5), en répétant les expériences de Brodie sur les poisons et l'insufflation de l'air, n'a remarqué qu'un changement de température de 3° R., en 7½ minutes. Wilson Philip a trouvé qu'une respiration artificielle trop fréquente refroidit rapidement, tandis qu'une modérée ralentit le refroidissement. Cependant les expériences de Brodie sont concluantes à l'égard du point capital ; il a fait voir que des lapins bien portants expiraient 28,22 pouces cubes d'acide carbonique en une demi-heure ; que ceux chez lesquels on entretenait la respiration par des moyens artificiels, après l'empoisonnement ou la destruction de la moelle allongée, expiraient encore 20,24 à 25,55 et 28,27 pouces cubes de ce gaz dans le même espace de temps ; que, par conséquent, les produits de la respiration étaient à peu près les mêmes dans les deux cas, et que cependant, après la section de la moelle épinière, un lapin perdait 6 degrés de chaleur en une heure. Chossat a répété les expériences de Brodie, et les a trouvées exactes (6).

Ce n'est qu'après avoir pesé tous ces faits relatifs aux causes de la production de la chaleur qu'on peut y rattacher avec succès les recherches sur la diminution

(1) *Med.-chirurg. Trans.*, t. V, p. 178. — Yelloly, *Med.chirurg. Trans.*, t. III.
(2) *Philos. Trans.*, 1811, p. 4 ; 1812, p. 378.
(3) *Lond. med. phys. Journal*, t. XXXII, 1814. *Comp.* Brodie, *loc. cit.*, p. 259.
(4) *Œuvres*, Paris, 1830, t. II, p. 1 et suiv.
(5) Meckel's *Archiv*, t. I, p. 184.
(6) *Journal de physique*. Paris, 1820 ; t. XCI, p. 5.

ıntanée de cette production dans le sommeil hivernal et sur la cause de celui-ci.
première chose à faire est de ne pas considérer isolément le sommeil ou plutôt ngourdissement auquel certains mammifères sont sujets pendant l'hiver; il faut rtir du fait que, quand la température extérieure s'abaisse au-dessous d'un cern minimum, tous les animaux tombent dans un état de mort apparente, qu'ils lent, sans précisément perdre pour cela l'aptitude à vivre, mais que ce minimum rie suivant l'organisation et la distribution géographique des êtres qui constient le règne animal.

1° L'homme montre évidemment, à cet égard, une grande ténacité de forces ganiques; car, dans tous les climats où l'on rencontre des animaux, à l'extrême rd comme sous l'équateur, il conserve sa température propre, quand d'ailleurs circonstances sont favorables. Cependant, s'il vient à manquer d'abri, le froid plonge également dans un état de mort apparente, et cela avec d'autant plus de ilité que la force organique avait été auparavant diminuée par des substances ivrantes.

2° Beaucoup d'animaux tombent aisément dans cet état lorsque la chaleur extéure nécessaire à leur vie et qui détermine leur distribution géographique, vient nanquer. C'est pour ce motif que certains oiseaux émigrent.

3° Des mammifères qui, ayant atteint l'âge adulte, ne subissent pas l'asphyxie à certain degré d'abaissement de la température, l'éprouvent, sous l'influence de te même température, quand ils sont encore jeunes, ainsi que l'ont fait voir les servations de Legallois sur des lapins de six à huit semaines, qu'on parvient à ıimer au moyen de la chaleur extérieure. Dans l'asphyxie par le froid, l'atteinte 'a reçue le système nerveux entraîne l'insensibilité, l'assoupissement, la perte forces, la diminution de la circulation. Cette dernière circonstance fait que hange des matériaux s'opère avec moins d'activité pendant le passage du sang à vers les poumons et le corps. De là, comme aussi de la diminution de l'influence veuse sur les opérations chimico-organiques, et de celle des mouvements respioires, suit la diminution de la chaleur propre. La cause qui rend certains aniux plus sujets que d'autres à l'asphyxie par le froid, est donc leur structure s délicate, et le besoin plus pressant que l'action organique a, chez eux, d'être e en train et excitée par la chaleur. Cette circonstance, jointe à un défaut périoue d'énergie vitale, doit être aussi considérée comme la cause de l'engourdisnent des animaux hivernants, chez lesquels il y a seulement cela de particulier 'ils peuvent supporter plus longtemps l'asphyxie sans qu'elle leur porte aucun judice.

L'engourdissement hivernal des animaux ressemble donc parfaitement au somil d'hiver des plantes, dont les conditions sont d'un côté la soustraction des stilations, et de l'autre un changement périodique de l'énergie vitale. Le sommeil plantes pendant la nuit, le changement de direction qu'éprouvent alors leurs illes, dépendent de la soustraction de la lumière, et s'établissent même durant ournée, quand on met les végétaux dans un lieu obscur (1), tandis que le somil des animaux ne tient pas à une soustraction de stimulants, mais découle du ngement, de l'épuisement occasionné par l'action, de manière qu'il peut avoir

1) *Journal de physique*, t. LII, p. 124.

lieu à tous les moments de la journée, bien que, la plupart du temps, des circonstances accidentelles le fassent coïncider avec l'époque durant laquelle la terre se reçoit plus de lumière du soleil.

Le sommeil d'été des amphibies et du tanrec paraît tenir à une modification des parties organiques déterminée par trop de chaleur. Le manque d'eau semble être aussi, chez les animaux sujets à ce sommeil, une des principales causes qui les portent à se cacher, de sorte que leur engourdissement dépend et de l'absence d'un des incitants de la vie, et de l'action trop vive exercée par un autre. Ces faits tiennent de près à ceux qui concernent l'influence déprimante d'une haute chaleur soutenue sur les fonctions du système nerveux de l'homme, et les effets de la chaleur peuvent très bien être mis en parallèle avec ceux du froid. La chaleur et le froid sont susceptibles de modifier l'incitabilité, de provoquer une irritation, l'inflammation et la gangrène. Un froid intense qui agit subitement sur des parties animales chaudes exerce sur elles une influence destructive. Des corps extrêmement froids causent aussi une sensation de douleur, suivie d'insensibilité. A un plus haut degré de froid, on voit survenir la gangrène, la mort locale. Moins intense, le froid, par cela seul qu'il soustrait de la chaleur, détermine des symptômes d'irritation et d'inflammation, par suite des efforts que les parties font pour rétablir l'équilibre. A un degré modéré, il agit instantanément comme excitant. Ainsi l'eau froide fait sur-le-champ rougir la peau, ainsi qu'on l'éprouve lorsqu'on se baigne dans une rivière quand la saison est avancée déjà ; mais ce n'est là qu'un effet momentané, auquel en succèdent promptement d'autres qui annoncent une modification interne causée par la soustraction de la chaleur. On se sert quelquefois du froid, comme excitant, pour déterminer dans le système nerveux un changement qui peut devenir salutaire. Souvent aussi, dans les fièvres accompagnées d'une grande chaleur et de sécheresse à la peau, l'eau froide est un stimulant indirect, qui rétablit la turgescence à l'extérieur, et ranime la chaleur dans les parties froides. Les effets secondaires d'un froid prolongé sont toujours une détente du système nerveux. Quand le froid augmente peu à peu jusqu'à un haut degré, il jette les hommes dans l'asphyxie, et les animaux hivernants dans l'engourdissement, par soustraction de l'excitation, tandis qu'une chaleur trop forte déprime aussi peu à peu les fonctions du système nerveux, mais probablement par altération ; dans les déserts sablonneux, où il y a en même temps manque d'eau, cette dernière cause amène l'asphyxie, comme elle détermine le sommeil d'été des reptiles et du tanrec dans les climats chauds.

DÉGAGEMENT DE LUMIÈRE.

Animaux phosphorescents.

La phosphorescence de la mer est produite par des êtres qui font partie du règne animal. Tantôt ce phénomène se présente sous l'aspect d'un jaillissement de petites étincelles, et c'est ainsi qu'on l'observe le plus ordinairement dans les ports et les baies ; tantôt c'est un état lumineux plus général des vagues, surtout dans le sillage des vaisseaux. Dans le premier cas, il faut parfois regarder l'eau avec atten-

tion et de très près, par exemple à quelques pieds de distance, ou même moins, pour s'en apercevoir ; il devient alors plus vif, quand on agite l'eau en y jetant une pierre.

Les animaux qui déterminent la phosphorescence de la mer sont des infusoires (*Peridinium tripos*, *Peridinium fusus*, *Peridinium furca*, *Prorocentrum micans*), des radiaires (*Synchœta baltica*), des polypiers (*Veretillum*, *Plumatella*), dans lesquels il n'y a guère que les polypes qui semblent luire ; des méduses (océanies, beroes, cydippes), des annélides (néréides, *Polynoe fulgurans* de la mer Baltique) ; enfin des mollusques (pholades, biphores, pyrosomes) et des crustacés (*Oniscus fulgens*). Quelquefois aussi on voit luire le mucus et l'eau qui découlent des animaux phosphorescents, par exemple des biphores, des beroes, des pholades, des néréides.

Meyen distingue trois sortes de phosphorescences de la mer (1).

1° Celle qui est due à du mucus dissous. L'eau est d'un blanc de lait uniforme, tirant sur le bleuâtre. Ce phénomène est moins commun en pleine mer que dans les havres des tropiques. Le mouvement et l'élévation de la température le rendent plus prononcé. Il est offert aussi par l'eau douce dans laquelle on écrase des méduses. Meyen l'a vu dans le mucus qui avait été détaché avec de l'eau de la surface des biphores et des beroes, et ensuite fortement agité : ce mucus ne contenait pas d'infusoires. L'eau devient sur-le-champ phosphorescente lorsqu'on y écrase des beroes.

2° Celle qui est due à des animaux couverts d'un mucus phosphorescent. Elle paraît dépendre d'une oxydation de la surface de l'enduit muqueux ; car, après qu'elle a disparu, on peut la rétablir en passant le doigt sur l'animal. Elle ne dépend pas immédiatement de la vie, puisque souvent elle persiste longtemps encore après la mort. Les animaux rendus phosphorescents par le mucus qui les couvre sont, d'après Meyen, des infusoires, des rotifères, des biphores, des méduses, des astéries, des seiches, des sertulaires, des pennatules, des planaires, des crustacés, des annélides.

3° Celle qui est due à des animaux qui possèdent des organes spéciaux de phosphorescence. Meyen a examiné le *Pyrosoma atlanticum*. La lumière de cet animal est très vive et d'un bleu verdâtre. Dès que le filet l'atteint, il s'enfonce dans l'eau, et ne luit plus. Lorsqu'on touche un pyrosome conservé dans de l'eau, la lumière jaillit d'abord en très petites étincelles, dont chacune provient d'un corps obscur, presque conique, situé dans l'intérieur de la substance de chaque animal particulier, la plupart du temps immédiatement au-dessous de sa surface interne. Ce corps obscur et mou est coloré en brun rougeâtre. Le microscope fait apercevoir à son sommet trente à quarante points rouges, extrêmement petits. Lorsqu'on saisit, par les deux extrémités de son corps, un pyrosome qui ne luit pas et qui nage, les étincelles jaillissent d'abord aux extrémités du corps, puis elles grossissent peu à peu, et leur lumière finit par se confondre. La phosphorescence disparaît quand l'animal est mort. L'organe phosphorescent est situé immédiatement derrière l'ouverture de la bouche, et un peu au devant des organes respiratoires de chaque individu de l'animal composé. L'*Oniscus fulgens*, autre animal marin phosphorescent, renferme, dans les quatrième et cinquième anneaux de son corps, les or-

(1) *Nov. act. nat. cur.*, vol. XVI, suppl.

ganes producteurs de ce phénomène, qui sont claviformes. On assure qu'il existe aussi un organe de phosphorescence dans la tête de l'*Erythrocephalus macrophthalmus*.

Le mémoire d'Ehrenberg sur la phosphorescence de la mer (1) contient, outre une revue historique détaillée de tous les faits connus, un grand nombre d'observations nouvelles, qui répandent beaucoup de jour sur un phénomène jusqu'à ce jour si obscur. L'auteur a eu occasion de faire, à Alexandrie, des recherches sur la prétendue phosphorescence du *Spongodium vermiculare*. Cette algue n'est phosphorescente, comme diverses espèces de fucus, qu'en raison de petits points luisants qui y adhèrent. De nombreuses observations faites dans la mer Rouge, ne purent alors conduire Ehrenberg à déterminer les animaux qui sont la source du phénomène. Il fut plus heureux avec les eaux de la Baltique et de la mer du Nord, après que son attention eut été appelée sur les corps luisants observés par Michaelis. La phosphorescence fut remarquée d'abord chez le *Polynoe fulgurans*, annélide de la mer Baltique; les organes qui la produisent sont deux grands corps grenus, comparables aux ovaires. L'eau de la Baltique envoyée à Berlin luisait encore par le fait de ces animaux. Ehrenberg a aussi trouvé depuis, dans cette même eau envoyée, des infusoires phosphorescents, *Peridinium tripos*, *Peridinium fusus*, *Peridinium furca* et *Prorocentrum micans*. Un rotifère de la Baltique, *Synchæta baltica*, luit également, d'après Michaelis. Ehrenberg a observé aussi des méduses phosphorescentes dans le golfe de Christiania, en Norwége. L'*Oceania microscopica*, d'un quart de ligne de diamètre, formait des points sautillants et luisants. Ehrenberg s'est convaincu que la phosphorescence du *Cydippe pileus* émanait du milieu, là précisément où sont placés les deux ovaires. Il parut en être de même dans l'*Oceania pileata*. Ehrenberg n'a vu luire la *Medusa aurita*, ni dans la Baltique, ni dans la mer Rouge. Des observations faites à Helgoland, lui montrèrent encore d'autres formes phosphorescentes, qu'il eut le bonheur d'isoler : c'étaient des globules gélatineux, nageant avec lenteur, *Oceania scintillans*. L'*Oceania hemisphærica*, qui a plus d'un pouce, montrait un chapelet entier d'étincelles au pourtour du bord. Les étincelles correspondaient toujours à la base renflée des grands cirres du bord, ou des organes situés dans le voisinage et qui alternent avec eux. Du reste, le corps de ces animaux ne donnait aucun vestige de lumière ni pendant la vie, ni après la mort. Ehrenberg se fortifia par là de plus en plus dans la conviction que les méduses mortes ne luisent pas, non plus que les fragments de poissons morts et le mucus épars dans les eaux, et il présuma que ses observations faites, tant dans la mer Rouge qu'à Alexandrie, sur la phosphorescence de lambeaux de corps organiques, ne pouvaient pas être rapportées à des substances mortes, et qu'elles avaient trait à des êtres voisins des noctiluques et océanies dé-déchirées, mais vivantes, qu'à Helgoland il voyait luire encore. Dans la *Nereis cirrigera*, la lumière part de deux cirres charnus implantés sur chaque pied; on voyait d'abord des étincelles isolées jaillir de chaque cirre, jusqu'à ce que le cirre entier devînt phophorescent; ensuite la lumière se répandait sur le dos, et l'animal entier ressemblait à un fil de soufre enflammé : le mucus que cet animal laissait sur les doigts possédait aussi la phosphorescence (2).

(1) Dans les *Mém. de l'Acad. de Berlin*. 1835.

(2) Flaugergues et Bruguières avaient vu des vers de terre répandre de la lumière à l'époque

Werneck a également observé des infusoires phosphorescents dans un lac voisin de Salzbourg.

Les insectes phosphorescents sont les *Elater noctilucus*, *phosphoreus* et *ignitus*; le *Pausus sphærocerus*, le *Scarabæus phosphoreus*, plusieurs espèces de *Lampyris* et la *Scolopendra electrica* (1). Chez les taupins phosphorescents, les principaux points qui brillent sont deux places ovales, situées sur les côtés de l'écusson, et couvertes de minces plaques transparentes. Dans les *Lampyris noctiluca* et *splendidula*, la lumière émane de la face inférieure des trois derniers anneaux de l'abdomen, et principalement de deux points blanchâtres appartenant au dernier. Les œufs de la *Lampyris splendidula* luisent aussi, et il paraît que la chrysalide et la larve de cet insecte ne sont pas non plus tout à fait sans lumière. L'influence, en apparence volontaire, que l'animal exerce sur la phosphorescence tient à la respiration, suivant Treviranus. La phosphorescence ne persiste pas dans les gaz irrespirables et dans le vide, ou du moins elle y diminue, fait à l'égard duquel s'accordent tous les observateurs, excepté Macartney et Murray. La faculté de luire n'est pas totalement éteinte après la mort de l'animal. Les parties phosphorescentes recommencent, même desséchées, à luire lorsqu'on les ramollit dans l'eau. La lumière des lampyres ne diminue dans l'eau qu'au bout de quelques heures; dans l'huile, au contraire, elle s'éteint subitement, mais elle reparaît lorsqu'on expose l'animal, mort ou vivant, à la vapeur de l'acide azotique fumant (2).

La *Lampyris italica* se distingue par une lumière scintillante. La scintillation se répète, d'une manière rhythmique, quarante-cinq à cent fois par minute (3). Le point brillant s'étend, chez le mâle, sur toute la partie ventrale de l'avant-dernier anneau et du précédent; chez la femelle, elle demeure bornée à ce dernier, et elle est concentrée en deux places latérales. L'organe phosphorescent continue de luire pendant quelque temps, après qu'on l'a fait sortir du corps par pression. Si l'on en frotte un corps, la trace luit, et, après qu'elle est sèche, elle redevient luisante dès qu'on l'humecte. Suivant les observations de Peters, l'organe entier se compose de globules régulièrement disposés, dans chacun desquels pénètre une petite trachée, qui s'y ramifie. En outre, la pellicule grêle du globule renferme une multitude de petites molécules, auxquelles est attachée la faculté phosphorescente. Le rhythme de la scintillation se rattache ou à la circulation ou à la respiration. Carus a observé un courant saccadé du sang dans les élytres de la *Lampyris italica*, et il a compté près de cinquante pulsations par minute. Mais la même chose a lieu aussi dans la *Lampyris noctiluca*, qui n'étincelle cependant pas, comme s'en est assuré Carus. Peters a observé la scintillation même après l'ablation du cœur. Quoique le système nerveux ne soit pas immédiatement nécessaire pour la phosphorescence, puisque la substance continue de luire après avoir été isolée du corps, cependant il exerce de l'influence sur la scintillation, que Peters a vue cesser tout à coup quand on venait à séparer la tête du tronc.

de l'accouplement. Ce phénomène a été revu par Forestier, Audouin et Moquin-Tandon. La substance phosphorescente a pour siége le *clitellum*; elle se communique aux objets extérieurs par le frottement. (*Note du trad.*)

(1) Treviranus, *Biologie*, t. V, p. 97.

(2) Treviranus, *Biologie*, loc. cit. — Tiedemann, *Physiologie*, t. I. — Gmelin, *Chemie*, t. XXI, p. 84-86.

(3) Carus, *Analecten*, 1829, p. 169. — Peters, dans Mueller's *Archiv*, 1841, p. 229.

Les organes phosphorescents des lampyres n'appartiennent pas à la catégorie des corps qui absorbent de la lumière, pour la laisser ensuite échapper : Todd, Murray et Peters les ont vus briller, même après qu'ils avaient été conservés pendant longtemps dans l'obscurité.

On ne connaît aucun exemple de phosphorescence chez les animaux supérieurs.

Illusions causées par la lumière réfléchie, et sensations subjectives de lumière.

Parmi les animaux supérieurs on ne connaît aucun cas de production de lumière. La croyance que les yeux de plusieurs mammifères brillent, notamment ceux des carnassiers, les chats surtout, et aussi ceux des vaches, des chevaux, n'est plus guère comptée que parmi les superstitions médicales. Ces animaux semblent quelquefois lancer par les yeux de la lumière, qui n'est autre chose que la lumière extérieure réfléchie par un tapis brillant et dépourvu de pigment, de même qu'on voit luire l'œil sans pigment des lapins blancs, et comme on prétendait aussi que faisaient les yeux de l'albinos Sachs. Prevost a le premier fait connaître la cause du phénomène (1). Il a montré que cet effet n'a jamais lieu dans l'obscurité complète, et qu'il n'est ni soumis à la volonté, ni produit par des affections morales, mais qu'il tient à la réflexion de la lumière incidente. Gruithuisen, de son côté, est arrivé à la même conclusion (2). Rudolphi partage aussi cette opinion (3), et fait remarquer que le phénomène n'a lieu que dans une certaine situation, où la lumière réfléchie se trouve projetée dans notre œil, et que, comme l'avait déjà vu Gruithuisen, il a lieu également chez les chats morts, lorsque la situation le permet. J'ai fait la même observation (4). Jamais les albinos, dont les yeux semblent reluire, n'ont eux-mêmes la sensation de la lumière (5).

Esser (6) a fait des expériences sur la prétendue phosphorescence des yeux des animaux. Les yeux de chats, de chiens, de lapins, de moutons et de chevaux, n'offraient rien de semblable dans des lieux parfaitement obscurs. La réflexion de la lumière s'opérait d'ailleurs tout aussi bien encore après l'ablation de la cornée, de l'iris et du cristallin. Les observations de Tiedemann, qui a vu les yeux d'un chat luire vingt heures après la décapitation (7), sont d'accord avec celles-là. On n'en est que plus surpris de lire dans un ouvrage aussi distingué que l'histoire naturelle des mammifères du Paraguay par Rengger, que beaucoup d'animaux d'Amérique lancent de la lumière par les yeux, et que le phénomène cesse après la section des nerfs optiques. Toutefois, même après ce témoignage, ma conviction sur la réflexion de la lumière n'est pas changée ; et ce serait, pour les écrivains européens, se méprendre, que de trouver la chose plus vraisemblable parce qu'elle a été observée sur des chats américains ; l'honorable auteur a dû être la dupe de quelque illusion.

Celui qui a de la propension à croire que les yeux des chats luisent, n'a qu'à se

(1) *Biblioth. britannique*, 1810, t. XLV.
(2) *Beitræge zur Physiognosie*, p. 199.
(3) *Physiologie*, t. I, p. 197.
(4) *V.* mon ouvrage *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes*. Leipsick, 1826, p. 49.
(5) V. Schlegel, *Beitrag zur næheren Kenntnis der Albinos*. Meiningen, 1824, p. 70.
(6) Kastner's *Archiv*, VIII, p. 394.
(7) *Physiologie*. Paris, 1831, t. I.

placer avec un chat, comme j'ai fait, dans un endroit totalement obscur, il se convaincra sans peine que les yeux de l'animal n'envoient pas de lumière, seulement il ne faut pas s'en laisser imposer par la sensation purement subjective de lumière qui résulte d'un mouvement rapide de nos propres yeux et d'un tiraillement du nerf optique. Une nouvelle expérience que j'ai faite récemment, en présence de plusieurs témoins, a donné un résultat négatif. La personne chargée de tenir le chat avait été placée par moi dans un coin de la cave que les autres ne connaissaient pas, mais qu'elles n'auraient pu manquer d'apercevoir, s'il s'était échappé de la lumière des yeux de l'animal. Nul assistant ne vit rien, si ce n'est un, qui prétendit avoir aperçu deux cercles de feu : je lui fis aussitôt étendre le bras vers le point où il disait les avoir distingués, on ouvrit la porte, et l'on reconnut que le bras était dirigé du côté opposé à celui où se trouvait le chat, ce qui causa une hilarité générale. Évidemment la personne qui avait vu les deux cercles de feu n'avait vu que sa propre sensation. Lorsqu'on tourne rapidement les yeux dans l'obscurité, le tiraillement qu'éprouvent les nerfs optiques fait très facilement apercevoir deux cercles brillants, qui ne sont que les sensations exaltées de ce nerf.

Le sujet a été examiné à fond par Hassenstein (1). Les expériences que cet auteur a faites sur les animaux, même en colère, prouvent que les yeux ne brillent jamais dans un espace absolument obscur, mais qu'ils brillent dès que la moindre lumière pénètre dans cet espace, et que la lumière de la lune suffit pour cela ; le phénomène disparaît dès qu'on éloigne la lumière. Les observations de Hassenstein sur le pouvoir réflecteur du pigment oculaire blanc des carnassiers ont surtout un grand intérêt. Le tapis des herbivores perd sa couleur par la dessiccation, mais celui des carnivores la conserve, et contient une poudre blanche, composée de granulations arrondies ; d'après les essais auxquels elle a été soumise, cette poudre est probablement du phosphate calcaire.

Quelques personnes ont cru qu'on devait ranger ici les sensations de lumière auxquelles donne lieu une pression exercée sur l'œil. Mais ces sensations sont purement subjectives, comme la douleur à la peau ; elles tiennent à ce que toutes les irritations de la rétine, mécaniques, électriques et organiques, se traduisent par une sensation subjective de lumière. Jamais un autre ne peut rien voir, alors même que notre œil a la plus vive sensation subjective de lumière. Les affections subjectives de l'organe de la vue ne sont pas rares dans les yeux robustes : j'en éprouve fort souvent ; mais ce sont des images subjectives, des affections de la rétine, qui ne peuvent éclairer aucun objet extérieur, parce qu'elles ne sont pas accompagnées d'un dégagement du fluide impondérable qui produit la sensation de la lumière dans notre organe visuel : ce sont de simples sensations, qui n'éclairent pas plus, qu'une douleur ressentie par moi ne cause de la douleur à une autre personne, qu'un tintement dans mes oreilles n'est entendu par un autre (2).

(1) *De luce ex quorumdam animalium oculis prodeunte atque de tapeto lucido.* Iena, 1836.

(2) Comparez mes remarques sur un cas médico-légal dans lequel un homme qui avait reçu un coup sur l'œil prétendait avoir reconnu un voleur à la lumière produite par le choc ; dans MUELLER'S *Archiv*, 1834, p. 140.

LIVRE PREMIER[1].

DES HUMEURS GÉNÉRALEMENT RÉPANDUES DANS LE CORPS, DE LA CIRCULATION DES HUMEURS, ET DU SYSTÈME VASCULAIRE.

SECTION I.

DU SANG.

Le sang (2) est un liquide qui contient les substances nécessaires à la formation de toutes les parties du corps, qui reçoit les matériaux décomposés de ces parties, pour les transmettre à des organes particuliers chargés de les éliminer, et qui, par l'intermédiaire du système des vaisseaux lymphatiques, se répare au moyen de sub-

(1) La plus grande partie de ce premier volume, étant consacrée à la vie végétative, il importe de concevoir avec lucidité l'ensemble de cette vie. Une bonne classification physiologique ne peut reposer que sur une bonne classification anatomique. Or, l'anatomie nous montre, en allant du simple au composé, des éléments, des tissus, des appareils, des organes. Aux éléments et tissus correspondent les propriétés vitales et les propriétés de tissus; aux appareils les fonctions; aux organes les usages. Les propriétés des éléments et des tissus constituent la physiologie générale; les fonctions et les usages, la physiologie spéciale. De là résulte que la nutrition est non pas une fonction, mais une propriété de tous les éléments, sans laquelle les corps vivants n'existeraient pas; que la sécrétion est une propriété de tissu qui appartient à la plupart d'entre eux; que l'absorption n'est également qu'une propriété de tissu qui varie dans chacun d'eux, comme la sécrétion, et qui repose sur le fait physique élémentaire d'endosmose comme la sécrétion sur celui d'exosmose; qu'il en est à plus forte raison de même pour l'exhalation, mot ne s'appliquant qu'au simple fait physique d'évaporation des substances volatiles à la surface des tissus. Ces opérations, n'ayant pas d'appareil pour les exécuter, ne sont pas des fonctions et sont du domaine de la physiologie générale, du ressort de laquelle est aussi l'étude du sang. Les fonctions nutritives sont au nombre de quatre : 1° La digestion, qui introduit, par endosmose essentiellement, les matériaux nécessaires et satisfait à l'acte chimique de composition ou assimilation nutritive; 2° l'urination, qui rejette les principes devenus impropres à la nutrition, en vertu de la propriété physique d'exosmose, et satisfait à l'acte chimique de décomposition ou de désassimilation; 3° la respiration, qui absorbe et rejette à la fois, en raison des propriétés d'endosmose et d'exosmose, et satisfait simultanément aux deux actes de composition assimilatrice et de décomposition désassimilatrice; 4° enfin la circulation, qui distribue les matériaux à toutes les parties, en vertu des propriétés purement mécaniques des liquides. On voit que l'urination est ici considérée comme une fonction; c'est avec toute justice, car les organes urinaires constituent un *appareil* aussi net et aussi distinct que l'appareil respiratoire. J'emprunte tout ceci aux excellents *Tableaux d'anatomie* de M. Ch. Robin. É. L.

(2) *Voy.* sur le sang en général : Parmentier et Deyeux, *Des altérations que le sang éprouve dans les maladies inflammatoires, fébriles, putrides*, etc. Paris, 1791; — Hewson, *Experimental inquiries*, 1772; — Prevost et Dumas, *Biblioth. univ.*, t. XVII, p. 294; — Berzelius, *Traité de chimie*, t. VII, p. 28; — Denis, *Recherches expérimentales sur le sang humain*. Paris, 1830;

tances alimentaires, dont les unes viennent du dehors, tandis que les autres sont fournies par des matières organiques qui ont déjà fait partie du corps.

Le sang qui vient des poumons par les veines pulmonaires, et que le ventricule gauche pousse dans toutes les parties du corps au moyen de l'aorte et de ses ramifications, a une couleur rouge vermeille. Celui que les veines ramènent du corps, et que le ventricule droit fait passer dans les poumons à l'aide de l'artère pulmonaire, est d'un rouge foncé, ou noir, comme on dit communément.

Chez quelques animaux sans vertèbres, par exemple divers annélides et certains mollusques (les planorbes), le sang est rouge, comme chez les vertébrés; mais beaucoup de ces animaux ont le sang incolore (1).

Lorsqu'on examine le sang au microscope, soit dans les vaisseaux les plus déliés d'une partie transparente, soit immédiatement après sa sortie de l'appareil vasculaire, on le trouve composé de très petits corpuscules rouges et d'un liquide limpide incolore. Ce liquide, auquel on donne le nom de *liqueur du sang* (*liquor seu lympha sanguinis*), ne doit pas être confondu avec le sérum qui s'écoule après la coagulation. Chez les animaux dont les globules sanguins sont trop volumineux pour passer à travers un filtre de papier, comme la grenouille, on peut, avant que le sang soit coagulé, séparer une partie de sa liqueur d'avec les autres parties constituantes, et se convaincre ainsi qu'elle n'a pas de couleur, la teinte rouge appartenant aux globules seuls. Ceux-ci ont une pesanteur spécifique supérieure à celle du liquide qui les contient.

Le sang de l'homme a une pesanteur spécifique de 1,0527 à 1,057; sa saveur est salée. Il réagit faiblement à la manière des alcalis, et répand une odeur particulière (*halitus sanguinis*), qui varie un peu chez les divers animaux, et qui est surtout prononcée chez les individus du sexe masculin.

Le sang tiré de la veine se coagule généralement en deux à dix minutes, chez tous les animaux vertébrés. Il se prend d'abord en une masse cohérente et gélatiniforme, qui peu à peu se contracte, et exprime, d'abord goutte à goutte, puis en plus grande abondance, un liquide limpide, et d'un jaune sale, qui porte le nom de *sérum*. La masse rouge est appelée *caillot* (*crassamentum*, *placenta*, *coagulum sanguinis*). Le sérum a une pesanteur spécifique de 1,027 à 1,029, et une saveur salée. Il est faiblement alcalin chez les animaux supérieurs, et presque neutre chez la grenouille. Il tient en dissolution des substances animales, principalement de

— Meck. *Archiv*, t. VIII; — Scudamore, *On the blood*. Londres, 1824; — Thakrah, *Inquiry into the natur of the blood*. Londres, 1819; — Milne Edwards, dans *Todd Cyclopedia of anatomy and physiology*. London, 1835, t. I, p. 404; — Boudet, *Examen critique et expérimental sur le sang*, Paris, 1833; — C. H. Schultz, *System der Circulation*. Stuttgart, 1836; H. Nasse, *Das Blut physiologisch und pathologisch untersucht*. Bonn, 1836; — Huenefeld, *Der Chemismus in der thierischen Organisation*. Leipsick, 1840; — Lecanu, *Études sur le sang humain*. Paris, 1837; — Andral et Gavarret, *Recherches sur les modifications de proportion de quelques principes du sang dans les maladies*. Paris, 1841; Andral et Delafond, *Recherches sur la composition du sang de quelques animaux domestiques* dans l'état de santé et de maladie. Paris, 1842; — Andral, *Essai d'hématologie pathologique*. Paris, 1843; — Donné, *Cours de microscopie*. Paris, 1844, p. 39; — Becquerel et Rodier, *Recherches sur la composition du sang*, Paris, 1844, in-8; — Mandl, *Anatomie microscopique*, t. 1, 2e série, 1re livraison.

(1) *Voy.* sur la couleur du sang chez plusieurs animaux invertébrés, E. Cohn, *De sanguine ejusque partibus*. Berlin, 1842.

l'albumine, qui toutefois ne se coagule pas d'elle-même, mais seulement sous certaines influences, par exemple celle d'une chaleur de 70° C., d'un acide, de l'alcool, etc. Quand on lave pendant longtemps le caillot rouge dans de l'eau, la matière rouge (*cruor*) se dissout dans ce liquide, et il reste une substance filiforme blanche, qu'on nomme *fibrine*. Cette substance se précipite au fond du sérum, comme il arrive aussi au caillot rouge, à moins que celui-ci ne contienne accidentellement des bulles d'air.

Chez les femmes enceintes et en couches, dans le rhumatisme aigu, dans les inflammations, et, en général, toutes les fois que le sang circule avec plus de lenteur, les corpuscules rouges s'abaissent souvent au-dessous du niveau du liquide avant que la coagulation se soit effectuée: mais comme la masse entière ne s'en coagule pas moins, la partie supérieure du caillot est blanche (*couenne inflammatoire*), et l'inférieure rouge. Lorsqu'on fouette du sang frais, les corpuscules rouges ne sont point emprisonnés dans le caillot, car la fibrine se prend sur-le-champ en filaments qui s'appliquent aux baguettes, tandis que les globules rouges nagent dans le reste du sang, qui conserve sa liquidité. Quand on expose du sang frais à une température très basse, il gèle, et peut être conservé jusqu'à ce que, la température redevenant plus douce, il repasse à l'état de liquide. Les alcalis s'opposent à la coagulation du sang: il suffit déjà pour cela d'un millième de soude caustique, d'après Prevost et Dumas. Certains sels, le sulfate sodique, l'azotate potassique, les carbonates potassique et sodique, empêchent ou retardent la coagulation, quand on les mêle avec le sang tiré de la veine. Le venin de la vipère et le poison appelé *ticunas* produisent le même effet, d'après Fontana, lorsqu'on en introduit un vingtième dans le sang, tandis que le venin de la vipère, mis en contact avec des parties vivantes du corps, accélère, au contraire, la coagulation du sang. Chez les hommes et les animaux qui ont été tués par la foudre, par une forte commotion électrique, par l'acide cyanhydrique, chez les animaux surmenés, après la mort causée par un coup violent sur l'estomac, mort qui, à ce qu'on prétend, n'est pas suivie de roideur cadavérique, il arrive quelquefois aussi que le sang ne se coagule pas dans les vaisseaux (1).

Du reste, le sang se coagule hors du corps tant dans l'état de repos que dans celui de mouvement, et même à une température qui égale celle du corps vivant. Il se coagule dans le vide, dans des vases clos hermétiquement, dans des gaz autres que l'air atmosphérique (2). La seule et unique cause de la coagulation est donc que la composition du sang ne peut se maintenir autrement que par l'influence des parties vivantes et spécialement des vaisseaux. Le sang qui s'échappe de ces derniers et s'accumule dans une partie vivante quelconque, ne s'en coagule pas moins, la plupart du temps. Il résulte des expériences de Schrœder van der Kolk que la coagulation de ce liquide a lieu avec une promptitude extraordinaire après la destruction violente du cerveau et de la moelle épinière, et que, quelques minutes après l'opération, on trouve déjà des caillots dans les gros vaisseaux. Hewson, Parmentier, Deyeux et Schrœder ont observé que plus la force vitale d'un animal

(1) Abernethy, *Physiological lectures*, p. 246.

(2) Schrœder van der Kolk, *Comment. de sanguinis coagulatione*. Groningue, 1820; *Diss. sistens sanguinis coagulantis historiam*. Groningue, 1820.

diminue, plus la coagulation du sang tiré des vaisseaux a lieu rapidement. Plusieurs observateurs disent avoir remarqué une élévation de température pendant la coagulation : tels sont Gordon, Thomson et Mayer; mais le fait est révoqué en doute par J. Davy et Schrœder (1).

Il n'est pas possible d'évaluer exactement la quantité du sang, dans le corps vivant, d'après celle qu'on obtient de ce liquide par une hémorrhagie mortelle; car il en reste beaucoup dans les petits vaisseaux, où il se coagule. Valentin (2) a imaginé pour cela une méthode ingénieuse. On saigne un animal, et l'on détermine quelle est la proportion en centièmes des parties solides contenues dans le sang qu'on se procure ainsi. On injecte ensuite une quantité d'eau connue dans les veines, et sur-le-champ on tire de diverses parties du corps d'autres échantillons de sang, à l'égard desquels on détermine également la proportion en centièmes de leurs principes solides, afin d'avoir une moyenne. Alors, d'après la différence qui existe entre cette moyenne et le résultat de la première opération, on calcule combien de sang a été délayé par l'eau. Les expériences autorisent à admettre que l'eau injectée se répand avec promptitude dans le torrent circulatoire (3). Une fois la quantité du sang connue, on peut, d'après le rapport existant entre elle et le poids du corps de l'animal sur lequel on a opéré, conclure quelle est, chez l'homme, la quantité de ce liquide pour chaque poids donné du corps. Le rapport moyen de la quantité du sang au poids du corps a été de 1 : 4 1/2 chez le chien, de 1 : 5 chez le mouton (4).

(1) J. Davy. *Tentamen experimentale de sanguine*. Édimbourg, 1814; — Meckel's *Archiv*, t. I, p. 117; t. II, p. 317; t. III, p. 454 et 456.

(2) *Repertorium*, t. III, p. 281.

(3) Ainsi, une première saignée donne 1190 grains de sang, qui laissent 24,54 pour cent de résidu. On injecte 10905 grains d'eau; puis on tire 1,274 grains de sang, qui laissent 21,87 pour cent de résidu. On multiplie la quantité d'eau injectée par la proportion en centièmes du résidu du sang dilué (10905 × 21,87 = 238492,35); puis on divise le produit par la différence entre la proportion en centièmes du sang dilué et celle du sang non dilué (24,54 − 21,87 = 2,67), et l'on a pour quotient (89323 grains) la quantité de sang qui existait dans les corps avant l'expérience. Valentin tire de ses expériences sur des chiens, des chats, des lapins et des brebis, les conclusions suivantes : 1° malgré les différences que les divers états de la vie apportent dans la quantité absolue du sang et le poids du corps d'un individu, le rapport entre le poids du corps et celui du sang est très constant chez la même espèce de mammifères; 2° les femelles semblent avoir une quantité relative de sang un peu moindre que celle des mâles; 3° les animaux bien portants et malades possèdent la même quantité relative de sang, tant que leur organisme total jouit encore d'une activité bien prononcée. (*Note du trad.*)

(4) L'animal qui a fourni les données numériques contenues dans la note précédente était un chien pesant 402841 grains. La proportion entre ce poids et la quantité absolue du sang déterminée par le calcul (89323) est 1 à 4,44. Or, en supposant que la proportion fût la même chez l'homme, ce qu'on n'a pu encore savoir par des expériences, les tables de Quetelet pour les poids du corps humain aux différents âges de la vie permettraient de calculer la quantité du sang à chacune de ces époques. Par exemple, un homme de vingt-cinq ans, dont le poids serait de 145 livres, aurait 32 livres de sang; une femme pesant 127 livres en aurait 27 livres, etc. (*Note du trad.*)

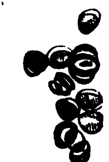
CHAPITRE PREMIER.

De l'analyse microscopico-mécanique du sang.

Globules du sang.

Pour examiner les globules du sang (1), il ne faut pas les étendre d'eau; car alors on les verrait tout autrement qu'ils ne sont dans le corps vivant, puisque l'eau en change instantanément la forme. Il faut donc, ou en mettre une couche très mince, sans nulle addition, sur l'objectif du microscope, ou les étendre de sérum. On peut également se servir d'eau tenant en dissolution un peu de sel marin ou de sucre, car ces dissolutions n'exercent absolument aucune influence sur eux.

Fig. 2. Fig. 3.



La forme des globules du sang varie (2) beaucoup chez les divers animaux : cependant, ronds ou elliptiques, ils sont toujours aplatis. Les ronds se rencontrent chez l'homme et chez la plupart des mammifères, excepté le dromadaire et le lama, où, par une exception dont on doit la découverte à Mandl, ils ont une forme elliptique. Gulliver a observé aussi, chez plusieurs espèces du genre *Cervus*, des corpuscules elliptiques, et d'autres fusiformes, qui étaient mêlés avec les disques ronds (3).

Les globules sont elliptiques chez les oiseaux, les amphibies et les poissons; quelquefois ils se rapprochent de la forme ronde chez ces derniers, par exemple dans la carpe, où même ils sont tout à fait ronds, ainsi que l'ont vu Rüdolphi et R. Wagner. Les globules elliptiques des reptiles et des oiseaux ont, terme moyen, une longueur double de leur largeur.

On acquiert la certitude de leur aplatissement, lorsqu'après avoir étendu une goutte de sang avec du sérum, de l'eau salée ou de l'eau sucrée, on la fait mouvoir sous le microscope, de manière que beaucoup de globules se placent sur le côté. Les plus plats de tous, proportionnellement aux autres diamètres, sont ceux des reptiles et des poissons. La salamandre est l'animal chez lequel je les ai trouvés le

(1) FONTANA, *Nuove osservazioni sopra i globetti rossi del sangue*. Lucques, 1766; — HEWSON, *Experim. inquiries*, part. 3, Londres, 1777; — PREVOST et DUMAS, *loc. cit.*; — MUELLER, dans BURDACH, *Physiologie*, t. VI, p 123; — R WAGNER, *Zur vergleichenden Physiologie des Blutes*, t. I, 1834; t. II, 1838; — SCHULTZ, *loc. cit.*; — MANDL, *Anatomie microscopique*. Paris, 1838; — HUENEFELD, *loc. cit.*; — GULLIVER, dans *Lond. and Edinb. physiol. Magazin*, vol. XVI, 1840; — PAPPENHEIM, *De cellularum sanguinis indole ac vita observ. microscopicæ*. Berlin, 1841; — DONNÉ, *loc. cit.*, p. 57.

(2) Les figures 2 et 3 représentent, d'après Donné (*Atlas du Cours de microscopie*, Paris, 1845, in-fol., pl. I, fig. 2 et 4), les globules du sang de l'homme à un grossissement de 400 fois en diamètre. La figure 3 montre le centre clair, comme on le voit quand on approche l'objet le plus possible des lentilles, sans qu'il cesse d'être net. La figure 2 en offre plusieurs, sous divers aspects: les uns présentent leur face, les autres leur tranche, et quelques uns sont accolés ensemble et empilés comme des pièces de monnaie.

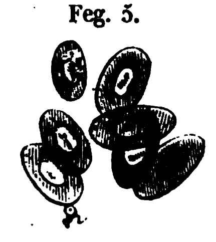
(3) *Philos. magaz.*, vol. XVI, p. 23, 105 et 195. Gulliver a observé les globules du sang dans plus de cent quarante espèces de mammifères.

lus aplatis; ils le sont beaucoup aussi chez la grenouille, où leur épaisseur est huit dix fois moins grande que leur longueur. Lorsque les globules du sang de la salaıandre sont placés verticalement sur leur tranche, on n'y aperçoit aucune saillie u milieu des deux faces latérales; ils sont uniformément plats. Ceux de la greouille (1) montrent quelquefois, ıais non toujours distinctement, ne élévation dans le milieu de chaune des faces latérales. La cause de ette élévation est le noyau contenu ans l'intérieur. Les globules ellip:ques des oiseaux sont, à la vérité, ıoins plats que ceux des reptiles : ependant ils le sont décidément.

Fig. 4.



Feg. 5.



,'aplatissement est tout à fait uniforme dans les globules de l'homme et des mamıifères, qui ne portent pas non plus de bosse au milieu. Lorsqu'on les contemple ouchés sur le côté, ils ressemblent à un trait court, obscur, d'égale épaisseur artout, dont les deux extrémités ne sont pas arrondies, mais se terminent d'une ıanière presque brusque, comme celles d'une pièce de monnaie qu'on verrait ar la tranche. Ils sont, chez l'homme, quatre à cinq fois aussi minces que larges.

Les globules du sang des reptiles nus sont les plus gros qu'on connaisse : ceux les autres reptiles, des poissons et des oiseaux ont des dimensions moindres. Ceux de l'homme et des mammifères sont les plus petits. Chez les mammifères, ces :orpuscules sont surtout d'une petitesse remarquable dans la chèvre, selon Prevost :t Dumas, dans le *Moschus javanus* suivant Gulliver. J'ai trouvé le diamètre de eur surface chez l'homme = 0,00023 — 0,00035 pouce. E. Weber et Wollaston 'évaluent à 0,00020, Kater à 0,00023, Prevost et Dumas à 0,00025 (2). Ceux des oiseaux, observés à côté de ceux des grenouilles, sont plus petits d'environ moitié; :eux de la salamandre sont un peu plus gros que ceux de la grenouille, mais non l'un tiers, et ils sont un peu plus allongés : ceux des lézards m'ont paru avoir à peu près les deux tiers du diamètre de ceux de la grenouille. Ces derniers, comparés à :eux de l'homme, sont environ quatre fois plus gros (3), en comparant leur diaıètre transversal au diamètre longitudinal de ces derniers. Les plus gros globules lu sang que l'on connaisse sont ceux du *Proteus anguinus* (4).

Les globules du sang des oiseaux, des reptiles et des poissons contiennent dans

(1) La figure 5 représente, d'après Donné (*Atlas du Cours de microscopie*, pl. II, fig. 8. pl. IV, ig. 14), les globules du sang de grenouille, dont le noyau central devient de plus en plus appaent par le séjour sur la lame de verre. La figure 3 les représente après qu'ils ont été traités par 'acide acétique étendu ; le noyau a été condensé par l'action de cet acide, et la vésicule est deenue transparente. Le grossissement est le même que pour les figures 2 et 3.

(2) Suivant Donné (*Cours de microscopie*, Paris, 1844, p. 62), ils ont de 1/120 à 1/125 de nillimètre, et les variétés qu'on trouve dans les observateurs à cet égard dépendent de ce que ous les globules n'ont pas strictement la même dimension, laissant entre eux des différences omprises dans les limites qui viennent d'être indiquées. (*Note du trad.*)

(3) Donné (*loc. cit.*, p. 70) les dit trois à quatre fois plus gros que ceux des mammifères, leur grand diamètre n'ayant pas moins de 1/37 de millimètre, et le petit 1/75. (*Note du trad.*)

(4) Après ceux du protée, les plus gros, d'après Van der Hœven (*Ann. des sc. nat.*, t. XV, p. 25), sont ceux du *Cryptobranchus japonicus*, qui ont 1/42 de ligne de long, sur 1/65 de arge. (*Note du trad.*)

leur milieu un noyau qui se fait remarquer par sa couleur plus claire. On l'aperçoit, non seulement dans les globules du sang écoulé hors des vaisseaux, mais parfois même pendant la circulation, dans les capillaires de la grenouille examinés au microscope. Dans les globules elliptiques, il a presque toujours aussi la même forme; quelquefois il est singulièrement allongé, comme chez la salamandre.

Les globules de l'homme et des mammifères ne laissent ordinairement apercevoir aucun noyau : cependant la généralité de sa présence dans les autres classes rend probable que là aussi il existe. Je crois même l'avoir distingué quelquefois, chez l'homme, au moyen d'un certain mode d'éclairage. Peut-être, dans les classes supérieures, n'existe-t-il qu'à l'époque de la formation des globules, et disparaît-il ensuite, comme il lui arrive de faire dans plusieurs autres cellules organiques pourvues d'un noyau (1).

Lorsqu'on traite les globules du sang humain par du vinaigre, sous le microscope, ils disparaissent subitement, et il ne reste plus que de très petits grains, à l'égard desquels on est dans le doute de savoir s'ils sont ou non des noyaux de globules.

Le sang de grenouille, tel qu'on l'obtient du cœur même de l'animal, contient encore des corpuscules d'une autre espèce, beaucoup plus petits, qui ne s'y voient qu'en bien faible quantité : ceux-là sont tout à fait ronds, non aplatis, et environ quatre fois plus petits que les globules elliptiques (2). Ils ressemblent parfaitement aux granulations rares de la lymphe de grenouille, et sont, de toute évidence, des globules de lymphe, provenant ou de la lymphe qui se mêle avec le sang, ou des globules du chyle.

Tant que les globules du sang sont contenus dans le sérum de ce liquide, la matière colorante ne se dissout pas; mais il n'en est plus de même lorsque de l'eau entre en contact avec eux. Je n'ai trouvé rien de vrai dans ce que Home a dit (3) de la facilité avec laquelle ils se décomposent. Quand le sang des mammifères a été fouetté, les globules conservent leur forme, et plusieurs heures après, même le lendemain, les meilleurs instruments montrent que celle-ci n'a point changé, non plus que leur volume. Même au bout de vingt-quatre heures, rien presque ne s'est dissous dans le sérum, et celui-ci, qui ne forme qu'une couche d'une demi-ligne au-dessus des globules suspendus, est jaune et incolore (4). Au

(1) Cette hypothèse est celle de Gulliver (*Philos. de magaz.*, 1842, p. 107). Donné (*loc. cit.*, p. 68) dit n'avoir jamais pu rendre le noyau sensible dans les globules de sang humain et de tout autre mammifère, ni par l'observation à l'aide des meilleurs instruments, ni par l'emploi d'aucun réactif chimique; il les considère comme formés d'une vésicule contenant une matière semi-liquide. (*Note du trad.*)

(2) Outre les globules rouges, Donné admet encore dans le sang : 1° des globules blancs, sphériques, granuleux à la surface, légèrement frangés à leur pourtour, et un peu plus gros que les rouges, puisqu'ils ont 1/100 de millimètre (*loc. cit.*, p. 82); 2° des globulins, ou petites granulations blanches, arrondies, n'ayant pas plus de 1/300 de millimètre, qu'il attribue au chyle et regarde comme les premiers éléments des globules sanguins (*loc. cit.*, p. 83). (*Note du trad.*)

(3) *Philos. trans.*, 1818.

(4) Suivant Donné (*loc. cit.*, p. 84), le sang défibriné, laissé en repos dans une éprouvette, se sépare en trois couches : une rouge, considérable, qui occupe le fond du vase; une autre très mince, formant une sorte de pellicule grisâtre, qui est composée de globules blancs, et une troisième, incolore ou jaunâtre, formée par le sérum. (*Note du trad.*)

ntraire, les globules de la grenouille tombent rapidement au fond du sérum de ur propre sang, qui les surnage incolore ; ils conservent ainsi leur forme et leur lume pendant plusieurs jours, sans la moindre altération, lorsque le temps n'est s trop chaud. Pour obtenir du sang de grenouille un sérum mêlé de globules, i enlève peu à peu le caillot, jusqu'à ce qu'il ne s'en forme plus. On se procure nsi du sérum contenant une grande quantité de globules, dont le reste a été emrisonné par le caillot. En cet état, les globules qui restent dans le sérum peuvent rvir à diverses expériences, dans lesquelles on étudie leurs changements avec le cours du microscope, tandis que le sang frais ne peut, à cause du caillot qui s'y roduit, servir à une démonstration dont le but est de savoir comment les globules comportent avec des substances diverses.

L'eau pure fait subir instantanément un changement très remarquable aux globules du sang. Ceux de l'homme deviennent imperceptibles, leur petitesse ne perettant plus de distinguer quelle forme ils ont : cependant ils paraissent perdre ur aplatissement. Mais, avec ceux de la grenouille, tout est clair et bien visible. ès qu'une goutte d'eau entre en contact avec une goutte de sang de cet animal, a voit aussitôt les globules devenir ronds, d'elliptiques qu'ils étaient, et cesser être plats, de manière que quand ils roulent, aucun d'eux ne présente un bord anchant à l'œil. Beaucoup sont devenus irréguliers, inégaux, contournés ; la upart sont arrondis, mais sans régularité. Le noyau semble déplacé dans un and nombre : il occupe l'un des côtés, et non plus le milieu ; parfois même il anque entièrement ; mais ce dernier cas est rare, et paraît tenir à ce que cerins globules ont subi de la part de l'eau un changement violent qui a chassé le oyau de leur intérieur.

L'eau dissout la matière colorante rouge contenue dans les globules du sang : est ce qui fait paraître ensuite ceux-ci incolores. Pendant cette expérience, on quiert la conviction que l'écorce et la matière colorante rouge sont deux choses ut à fait différentes. En effet, cette dernière se dissout totalement dans l'eau enronnante, tandis que le liquide pénètre par imbibition dans l'intérieur des globles et les enfle. J'ai vu l'écorce, devenue hyaline, être intacte encore au bout vingt-quatre heures. Mais les corpuscules pâles sont très difficiles à distinguer à reconnaître ; on peut les rendre de nouveau apparents par l'addition d'une ssolution d'iode, comme le dit Schultz.

Les globules du sang qui sont demeurés pendant plusieurs jours en contact avec eau y subissent une macération dont l'effet est de produire enfin la destruction mplète de leur écorce. C'est de cette manière que je suis parvenu à isoler totament les noyaux. Ceux-ci ne sont plus alors attaqués par l'eau. Ils se comportent ec les alcalis et les acides comme l'albumine coagulée et la fibrine : très solubles ans les alcalis, ils le sont peu dans les acides ; l'acide acétique ne leur fait subir ucun changement dans l'espace d'un jour, quoiqu'en d'autres circonstances il empare aisément d'un peu de fibrine. Ils ne sont pas formés uniquement de raisse ; car Simon assure que l'éther ne leur enlève rien lorsque, après les avoir olés, on le traite par ce réactif.

L'acide acétique donne lieu, comme l'eau, à une réaction caractéristique. orsque je mêlais des globules du sang de grenouille avec une goutte de cet acide, s paraissaient instantanément dissous, sauf leurs noyaux ; mais je n'en parvenais

pas moins à distinguer, immédiatement autour du noyau, les contours minces et très pâles de l'enveloppe extérieure (1). Ce phénomène, d'après les observations faites depuis par Schultz et autres, tient à ce que l'action de l'acide acétique fait resserrer l'enveloppe sur elle-même. L'acide acétique, comme l'eau, extrait la matière colorante, l'un en grippant l'enveloppe, l'autre en la gonflant.

Les acides minéraux et le chlore exercent une tout autre action sur les globules du sang; ils n'en dissolvent pas la matière colorante, mais la font coaguler dans les globules mêmes, qui ensuite n'éprouvent plus aucun changement de la part de l'eau. La forme des globules ne change point sous l'influence des acides minéraux. Les alcalis se dissolvent, tant le noyau que l'enveloppe. Les alcaloïdes narcotiques n'agissent pas sur eux. L'alcool ne les altère point: il en coagule seulement la matière colorante. Les sels neutres ne les dissolvent pas; mais, d'après Mitscherlich, ils y déterminent peu à peu des changements de forme.

Huenefeld a fait le premier l'intéressante observation, répétée depuis par Simon, que la bile dissout l'enveloppe des globules. C'est la biline qui produit cet effet; lorsqu'on emploie une dissolution de biline, les globules sont dissous sur-le-champ.

Les gaz ont l'influence la plus prononcée sur la couleur du sang, et par conséquent sur celle des globules; mais ils n'apportent aucun changement à la forme de ces derniers. Le gaz oxygène et l'acide carbonique se sont comportés ainsi dans toutes mes expériences. Les globules, qui ont la même forme et la même grosseur dans le sang artériel et dans le sang veineux, ne changeaient pas non plus quand je liais et ensuite extirpais les poumons à des grenouilles, qui survivaient trente heures à l'opération, probablement à l'aide d'une respiration par la peau, comme les poissons dans les expériences de Humboldt et Provençal.

D'après tout ce qui précède, les globules du sang sont évidemment creux: aussi Hewson et Schultz n'hésitent-ils point à les appeler des vésicules. Schultz les considère même comme des vésicules pleines d'un fluide élastique, et aux parois desquelles adhère la matière colorante. Pour mon compte, je pense que la matière colorante liquide forme le contenu des enveloppes incolores, et que, pendant la respiration, elle se teint en rouge vermeil par l'influence de l'air, sans que ce dernier reste dans l'intérieur des globules à l'état de gaz. Il faut se rappeler ici que les globules tombent au fond du sang de grenouille, par le fait de leur pesanteur spécifique, et que, dans toutes les espèces de sang, ils sont plus lourds que le liquide au sein duquel ils nagent.

Les recherches de Schwann placent les globules du sang parmi les cellules, telles qu'on les trouve, ou primitivement, ou d'une manière permanente, dans les parties organisées. Comme ces cellules, ils ont un noyau. L'enveloppe est la membrane pariétale. Le noyau paraît bien, dans les globules frais, occuper le milieu de la cavité intérieure; mais ses rapports avec la paroi, quand le globule a été renflé par l'eau, sont, comme l'a fait voir Schwann, les mêmes que dans d'autres cellules, c'est-à-dire que, le globule étant devenu sphérique, le noyau se trouve appliqué immédiatement à un point quelconque de la surface interne. Quand on fait rouler sous le microscope un globule qui a été renflé par l'eau, on constate la fixation du noyau, qui a cessé de se mouvoir dans la cellule. D'après les principes de la théorie cellu-

(1) *Voy.* la figure 4, ci-dessus, qui représente les globules du sang de la grenouille après qu'ils ont subi l'action de l'acide acétique.

laire, la matière colorante est un contenu de cellules, analogue à celui d'autres cellules, dans lesquelles se répète si souvent la forme aplatie, comme, par exemple, dans celles de l'épithélium.

La manière opposée dont les corpuscules du sang se comportent avec l'eau et avec l'acide acétique, prouve déjà que leur membrane pariétale est susceptible d'une grande expansion et d'une forte contraction. Mais, lorsque, sur le vivant, on observe au microscope les mouvements du sang dans les vaisseaux capillaires, il n'est pas rare qu'on reconnaisse clairement que ces corpuscules possèdent un certain degré d'élasticité; car ils se resserrent quand le passage est étroit, s'allongent, et reviennent ensuite sur eux-mêmes après avoir franchi l'obstacle, phénomène déjà remarqué par les anciens dans les poumons des grenouilles, où il est plus facile que partout ailleurs de l'observer (1).

Liqueur du sang.

On entend par *liqueur du sang* (*liquor, lympha sanguinis*) le liquide incolore dans lequel nagent les corpuscules rouges, tel qu'il est avant la coagulation. Cette expression, qui n'est pas une création théorique, et qui par cela même convient parfaitement, désigne tout ce qui, n'étant point à l'état de simple mélange, se trouve réellement dissous dans le sang. Au moment de la coagulation, la liqueur du sang se sépare en fibrine, qui auparavant était dissoute, et qui alors entraîne avec elle les globules; et en sérum, qui tient encore l'albumine en dissolution. Cette séparation en deux parties, l'une liquide, l'autre solide, ne doit pas être regardée comme la destruction d'une combinaison chimique préalable entre la fibrine et l'albumine, combinaison dont rien n'appuierait l'existence; mais elle tient aux qualités différentes dont sont douées les substances dissoutes dans la liqueur du sang. On ne saurait non plus regarder la fibrine comme un changement de forme de l'albumine, laquelle consisterait en cette même fibrine combinée avec l'alcali du sang, ainsi que le prétend Denis, dont Berzelius réfute l'hypothèse, en faisant remarquer que la neutralisation de l'alcali du sang par l'acide acétique ne donne pas lieu à un précipité de fibrine : d'ailleurs cette hypothèse est combattue par la composition élémentaire de la fibrine et de l'albumine.

Fibrine.

Home, Prevost et Dumas considéraient le caillot rouge du sang comme une agglomération des globules et de leurs noyaux, comme un amas de corpuscules de fibrine qui, débarrassés par le lavage de la matière colorante de leur enveloppe, devaient rester sous la forme d'un caillot blanc. Mais la fibrine a une tout autre source.

Hewson a allégué de très bonnes raisons pour établir que la fibrine n'est point contenue dans les globules, et qu'elle l'est, en dehors d'eux, dans le sang. Ce dernier peut la renfermer, ou dissoute, ou divisée en petites granulations qui s'unissent

(1) On peut consulter sur les globules du sang des animaux sans vertèbres l'ouvrage précité de Wagner, qui contient beaucoup de faits relatifs à ce sujet.

ensemble au moment de la coagulation, comme le présumait Milne Edwards (1). Les observations suivantes prouvent qu'ainsi que l'albumine, elle est réellement dissoute dans la liqueur du sang.

Quand je mettais une goutte de sang pur sur l'objectif du microscope, et que je l'étendais de sérum, de manière que les globules fussent totalement épars et séparés les uns des autres, je pouvais me convaincre que, dans les interstices de ces globules, une substance auparavant dissoute donnait naissance à un caillot, par le moyen duquel seul adhéraient encore les uns aux autres les globules tout à fait distincts. Je parvenais ainsi, quelque dispersés que fussent ces derniers, et quelque espace qu'il restât entre eux, à les déplacer tous en même temps, lorsque je saisissais avec une aiguille le caillot fibrineux qui remplissait les interstices.

Il y a cependant une manière plus facile encore et plus sûre de se convaincre que la fibrine est dissoute dans le sang de grenouille. Comme les globules de cet animal sont environ quatre fois plus gros que ceux de l'homme et des mammifères, je conclus qu'un filtre les retiendrait peut-être, au lieu de les laisser passer comme ces derniers.

L'expérience peut être faite avec le sang d'une seule grenouille; un petit entonnoir de verre et un filtre de papier joseph sont les seuls ustensiles dont on ait besoin. Il faut naturellement commencer par mouiller le filtre, et il est bon aussi, après y avoir versé le sang de la grenouille, d'ajouter rapidement une égale quantité d'eau. Ce qui traverse le filtre est une liqueur du sang étendue d'eau, claire et parfaitement incolore, sauf une très légère teinte de rouge, provenant de la matière colorante que l'eau ajoutée a dissoute. Cependant, comme la dissolution de l'hématine du sang de grenouille par l'eau s'effectue avec assez de lenteur, le liquide qui filtre est à peine coloré, et même parfois tout à fait incolore. Si, au lieu d'eau pure, on emploie une dissolution d'une partie de sucre dans deux cents parties et plus d'eau, ce qui passe est encore plus pur. En examinant le liquide filtré au microscope, on n'y découvre aucun globule. Il s'y produit, dans l'espace de quelques minutes, un caillot limpide, tellement clair et transparent, qu'on ne l'aperçoit même pas, après sa formation, à moins qu'on ne le soulève et le sorte du liquide au moyen d'une aiguille. Peu à peu il se condense, et devient blanchâtre, filamenteux: alors il ressemble parfaitement à celui de la lymphe. De cette manière, on se procure la fibrine du sang dans le plus grand état de pureté, et telle qu'il n'avait jamais été possible jusqu'ici de l'avoir. Il va sans dire qu'on n'obtient pas la totalité de celle qui est dissoute dans le sang : la plus grande partie se coagule dans l'intérieur du filtre, parce qu'elle n'a pas le temps de le traverser avant de subir la coagulation. La fibrine fraîchement coagulée n'est pas grenue, mais tout à fait homogène: c'est seulement après qu'elle s'est resserrée et qu'elle a pris une teinte blanche, que le microscope composé y fait apercevoir de petites granulations à peine distinctes.

Pour déterminer la quantité de l'albumine, on fouette le sang : la fibrine dissoute se prend alors en filaments, qui s'entortillent autour des baguettes, et les globules demeurent dans le liquide, l'agitation les chassant du caillot. La fibrine blanche qu'on obtient ainsi peut ensuite être dépouillée, par le lavage avec de l'eau, des globules et du sérum qui y restent adhérents.

(1) Cette opinion est encore celle de Becquerel et Rodier, dans leurs *Recherches sur la composition du sang dans l'état de santé et de maladie.* (*Gazette médicale*, t. XII, p. 751, 1844.)

3,627 grains de sang de bœuf fouetté m'en ont donné 18 de fibrine sèche : ,945 grains du même sang non fouetté en ont fourni 641 de caillot rouge sec, e qui fait, pour 100 parties de sang, 16,248 de caillot rouge sec, contenant 0,496 e fibrine. Suivant Fourcroy, le sang contient 0,0015 à 0,0043 de fibrine sèche : ,000 parties en contiennent 0,75 d'après Berzelius, et 1,2 selon Lassaigne. ecanu a trouvé, d'après vingt-deux observations (1), que la quantité de la fibrine èche était de 1,360 à 7,235 dans 1,000 parties de sang.

Comme le sang artériel nourrit, et que les organes fournissent continuellement e la lymphe, avec de la matière colorante dissoute ; on doit s'attendre à ce que e sang contienne plus de fibrine que le sang veineux. C'est effectivement ce qui été observé par Mayer, Berthold, Denis et moi-même. D'après Denis, la propor- on de la fibrine dans les deux sangs est de 24 : 25 chez le chien, de 27 : 29 chez homme. Suivant Berthold, elle est, chez la chèvre, de 366 : 429 ; chez le chat, 74 : 521 ; chez le mouton, de 475 : 566 ; chez le chien, de 500 : 666. Dans une e mes expériences, le sang artériel contenait 0,483 de fibrine, et le sang veineux ,395. En prenant la moyenne de toutes les observations, on a la proportion de 9 : 34 pour la différence du sang artériel et du sang veineux, eu égard à leur ontenu de fibrine.

Quant à la quantité des globules, il n'y a aucun moyen de l'évaluer sûrement. revost et Dumas avaient cru l'obtenir d'après la quantité du caillot rouge desséché, arce qu'ils partaient de la supposition que la fibrine du sang n'est autre chose ue les noyaux des globules. Mais ce qu'ils appellent la quantité des globules est la omme de ces mêmes globules et de la fibrine auparavant dissoute. Moyennant ette correction, les nombreuses déterminations de quantités que ces deux phy- ciens ont faite conservent leur valeur. La même objection peut être faite aux uantités des parties constituantes du sang que Lecanu assigne aux divers tempé- ments.

Si l'on détermine la quantité du caillot rouge dans 100 parties de sang, et qu'on retranche la quantité de l'albumine dans 100 parties du même sang, on a la antité des globules contenus dans ce caillot, plus une quantité indéterminable albumine, provenant du sérum renfermé dans celui-ci, et que nous n'avons au- n moyen d'évaluer. Si l'on veut, au contraire, calculer la quantité des globules après celle de la matière colorante qu'on peut extraire du sang, méthode que elques personnes ont suivie, on laisse de côté et les enveloppes incolores qui ntiennent cette matière colorante, et leurs noyaux (2).

Quand les globules s'abaissent au-dessous du niveau de la liqueur du sang avant coagulation, la partie supérieure du caillot doit être blanche, et l'inférieure uge, parce que celle-ci contient les globules. La première est la *couenne* (*crusta*

(1) *Transact. médic.*, 6 octobre, 1831, p. 92.

(2) Figuier (*Annales de chimie*, 1844, t. XI, p. 503) a trouvé qu'en employant une dissolu- n de sulfate sodique marquant 16 à 18 degrés à l'aréomètre de Baumé, et prenant deux vo- mes de cette solution pour un de sang, on peut obtenir que tous les globules restent à la sur- e du filtre. Ainsi, pour analyser le sang, on sépare la fibrine par le battage ; on ajoute la solution saline, et l'on filtre, afin d'obtenir les globules. On obtient l'albumine en coagulant liquide filtré par la chaleur. Quant à l'eau, on la détermine en évaporant un poids connu de ng. Les matières salines sont dosées par différence. Pour les détails du procédé, on consultera note de l'auteur. (*Note du trad.*)

inflammatoria), qui se montre à la surface du sang dans les inflammations, dans le rhumatisme aigu, chez les femmes enceintes ou en couches, mais qui, chez certains animaux, les chevaux par exemple, se manifeste souvent aussi sans cause particulière. Comme le caillot se resserre après la coagulation, et qu'il exprime le sérum emprisonné dans ses interstices, la couche supérieure blanche, qui est formée presque uniquement de fibrine, se contracte plus que la couche inférieure rouge, qui, indépendamment de la fibrine, contient aussi les globules rouges. Le diamètre de la première finit par devenir beaucoup plus petit que celui de la seconde.

On peut toujours reconnaître d'avance s'il se formera une couenne sur le sang, c'est-à-dire si la partie supérieure du liquide sera incolore ; car la condition, pour que ce phénomène arrive, étant que les corpuscules rouges s'abaissent au-dessous du niveau du sang, la surface de celui qui doit se couvrir d'une couenne apparaîtra, après la coagulation, d'abord transparente, puis blanchâtre. C'est le sérum répandu dans la masse entière, et par lequel la fibrine est tenue dissoute, qui, avant la coagulation de cette dernière, acquiert une teinte opaline. Hewson et Babington (1) ont fait voir qu'on peut, avant la coagulation, enlever ce sérum incolore avec une pipette, et qu'il se coagule. J'ai constaté aussi le fait sur le sang d'une femme enceinte.

Quelle est la cause qui fait que, dans ce cas, les globules rouges s'abaissent avant la coagulation ? On pourrait attribuer le phénomène à ce que, dans le cas où il s'observe, la liqueur du sang a une pesanteur spécifique moindre, proportionnellement aux corpuscules rouges. Mais aucun fait ne justifie cette hypothèse, ou, pour parler plus exactement, nous n'avons aucune connaissance de la proportionnalité entre la liqueur du sang et les globules, dans les circonstances dont il s'agit ici. Hewson attribuait la couenne à la coagulation plus lente du sang inflammatoire, qui laisse aux globules le temps de s'abaisser au-dessous du niveau du liquide.

Pour apprécier l'hypothèse de Hewson, j'ai fait une série d'observations sur diverses espèces de sang, et premièrement sur celui qui avait été fouetté. Je voulais savoir d'abord en combien de temps et jusqu'à quelle profondeur les globules s'abaissent dans ce sang, par conséquent dans le sérum pur. Le phénomène a lieu très lentement dans le sang fouetté de mouton et de bœuf, beaucoup plus vite dans celui du chat et de l'homme : chez ce dernier, par exemple, ils s'enfoncèrent de 1 ligne en un quart d'heure, et de 4 à 6 lignes en plusieurs heures. Mais ce fait n'est pas suffisant pour rendre raison de la couenne, quoique le sang inflammatoire se coagule plus lentement ; car la coagulation de ce liquide ne s'opère pas avec tant de lenteur, et cependant la couenne a quelquefois un demi-pouce d'épaisseur. Les globules s'abaissent beaucoup plus rapidement dans la liqueur du sang contenant encore la fibrine dissoute que dans le sérum ou dans le sang fouetté, quand on a en son pouvoir de retarder quelque temps la coagulation, comme, par exemple, en ajoutant un peu de sous-carbonate alcalin. Dans tous les cas, j'ai constaté que les globules du sang d'homme bien portant, dont j'avais retardé la coagulation, s'abaissaient d'une ligne à une ligne et demie au-dessous du niveau en cinq à six minutes, et qu'au bout d'une heure ils s'étaient enfoncés de 4 à 5 lignes. Le liquide surnageant devenait peu à peu blanchâtre, et, quand je n'avais pas ajouté trop de carbonate alcalin, il se prenait en une fibrine molle et filante, qui, dans un cas,

(1) *Medic. chirurg. Trans.*, vol. XVI, p. 11.

le sang n'étant pas inflammatoire, acquit une assez grande consistance et forma une espèce de couenne. Ainsi, en retardant la coagulation, je possédais un moyen de produire artificiellement le phénomène de la couenne. La différence consistait seulement en ce que la fibrine du caillot incolore était plus molle et filante, ce qui tenait peut-être à l'influence du carbonate de potasse. La couenne est plus ferme dans le sang inflammatoire, parce que, comme l'a fait voir Scudamore, ce sang contient plus de fibrine.

De ces expériences, il résulte que le ralentissement de la coagulation n'est pas la seule cause de l'abaissement des globules dans un laps de temps plus court, et de la formation d'une couenne, mais que la promptitude de l'abaissement des globules tient à la fois à la composition de la liqueur du sang et à la dissolution de la fibrine dans ce liquide, puisque la précipitation a lieu d'une manière beaucoup plus lente quand on enlève la fibrine. On comprend aussi, d'après cela, que l'abaissement des globules doit s'effectuer avec plus de rapidité quand la proportion de la fibrine augmente dans le sang, ainsi qu'il arrive précisément dans l'inflammation.

On ne saurait dire pourquoi les globules s'abaissent rapidement dans la liqueur du sang pur, et lentement dans le sérum du sang battu, c'est-à-dire dans cette même liqueur dépouillée de sa fibrine. Au reste, tous les phénomènes de suspension dépendent de l'adhésion des molécules aux liquides. Peut-être les globules adhèrent-ils moins à la liqueur du sang qui tient encore de la fibrine en dissolution qu'au sérum du sang battu, qui a perdu sa fibrine. Une chose qui mérite encore d'être signalée, c'est que le sang fouetté et dépouillé de fibrine, dans lequel les globules montraient peu de tendance à s'abaisser, acquérait sur-le-champ cette disposition lorsque j'y ajoutais une dissolution de gomme arabique.

J. Davy a fait remarquer que le sang inflammatoire ne se coagule pas toujours avec plus de lenteur. Les globules peuvent alors s'y abaisser plus promptement, parce qu'il contient plus de fibrine dissoute, car la dissolution de la fibrine dans le sang lui donne plus d'aptitude à laisser les globules se déposer que n'en a celui auquel on a enlevé cette substance.

En conséquence, les causes principales de l'abaissement des globules et de la formation d'une couenne sont le ralentissement de la coagulation et la plus grande quantité de la fibrine dissoute. S'il arrive parfois à d'autre sang de se couvrir d'une couenne peu consistante, dans des circonstances où l'on devrait plutôt présumer un commencement de décomposition qu'un excès de fibrine, le phénomène s'explique par la plus grande lenteur avec laquelle ces espèces de sang se coagulent, puisque, comme je l'ai fait voir, le sang d'un sujet en santé laisse les globules s'abaisser avec assez de rapidité, et se couvre ensuite d'un caillot incolore, lorsqu'on en retarde la coagulation (1).

L'abaissement des globules a lieu aussi dans les vaisseaux après la mort, quand

(1) Retzius a observé une formation de couenne inflammatoire différente de celle qui a lieu ordinairement. Le sang se prit rapidement en masse après la saignée. Au bout de deux heures, il ne s'était point encore séparé de sérum ; mais, ce laps de temps écoulé, on en vit beaucoup, qui couvrit le caillot noir. Ce sérum était opalin, et, au bout de quatre heures, il avait déposé une couche épaisse de fibrine. Une partie de la fibrine s'était solidifiée lors de la première coagulation. Le reste demeura en dissolution dans le sérum, et toute la marche du phénomène resta dépendante de la lente coagulation de la fibrine. — *Comp.*, sur la formation de la couenne, H. Nasse, *Das Blut*. Bonn, 1836.

on laisse le cadavre tranquille jusqu'au moment où s'accomplit la coagulation du sang. On trouve alors, dans le cœur et les gros vaisseaux, des caillots qui sont blancs en dessus et rouges en dessous. Phœbus a fait voir que la partie blanche occupe toujours la partie supérieure du caillot, que le cadavre ait été couché, après la mort, sur le dos ou sur le ventre, pourvu que la situation qu'on lui a donnée ne change pas avant la coagulation du sang (1).

Sérum.

La liqueur du sang qui tient la fibrine en dissolution se sépare, par l'effet de la coagulation, en fibrine et en une portion qui demeure liquide. Le nouveau liquide restant est appelé *sérum*, et diffère beaucoup de celui qui existait d'abord. En effet, il a une couleur jaunâtre, une saveur salée, et une pesanteur spécifique de 1,027 à 1,029 ; chez les animaux supérieurs, il réagit manifestement à la manière des alcalis, et, quand on le chauffe jusqu'à 70 ou 75° C., il se prend en gelée, par la coagulation de l'albumine qu'il tenait en dissolution, tandis que la fibrine se coagule d'elle-même, et sans nulle influence extérieure, lorsque le sang est sorti des vaisseaux. Le principe le plus essentiel du sérum est l'albumine. Le sérum contient, en outre, de l'alcali libre (soude et aussi potasse), probablement uni à de l'albumine, avec des sels de l'une et de l'autre base. Prevost et Dumas ont déterminé la quantité des parties solides du sérum proportionnellement aux autres, chez beaucoup d'animaux.

	100 PARTIES DE SANG.			100 PART. DE SÉRUM.	
	GLOBULES.	ALBUMINE.	EAU.	ALBUMINE.	EAU.
Homme	12,92	8,69	78,39	10,0	90,0
Simia Callitriche	14,61	7,79	77,60	9,2	90,8
Chien	12,38	6,55	81,07	7,4	92,6
Chat	12,04	8,43	79,53	9,6	90,4
Cheval	9,20	8,97	81,83	9,9	90,1
Veau	9,12	8,28	82,60	9,9	90,1
Mouton	9,35	7,72	82,93	8,5	91,5
Chèvre	10,20	8,34	81,46	9,3	90,7
Lapin	9,38	6,83	83,79	10,9	89,1
Cabiai	12,80	8,72	78,48	10,0	90,0
Corbeau	14,66	5,64	79,70	6,6	93,4
Héron	13,26	5,92	80,82	6,8	92,2
Canard	15,01	8,47	76,52	9,9	90,1
Poule	15,71	6,30	77,99	7,5	92,5
Pigeon	15,57	4,69	79,74	5,5	94,5
Truite	6,38	7,25	86,37	7,7	92,3
Lotte	4.81	6,57	88,62	6,9	93,1
Anguille	6,00	9,40	84,60	10,0	90,0
Tortue de terre	15,06	8,06	76,88	9,6	90,4
Grenouille	6.90	4,64	88,46	5,0	95,0

(1) Phœbus, *Leichenbefund in der Cholera*. Bonn, 1833. — Des caillots blancs qui se forment dans le cœur, après la mort, se ramifient souvent entre les colonnes charnues, dans tous les enfoncements qui contenaient du sang ; on les a pris quelquefois pour des excroissances polypeuses.

on dissout la substance dans une lessive médiocrement forte d'hydrate potassique, et l'on chauffe jusqu'à 50° C. L'alcali s'empare de la portion de soufre et de phosphore combinée avec la protéine. En ajoutant de l'acide acétique, cette dernière se précipite sous la forme d'une substance floconneuse.

La *protéine* (1) est insoluble dans l'eau, qui en dissout cependant un peu, à l'aide d'une ébullition très prolongée. Elle n'est pas soluble dans l'alcool ni dans l'éther. Elle contracte des combinaisons avec les acides et les bases. Tous les acides très étendus la dissolvent, et elle est précipitée ensuite par l'acide concentré. Elle se compose de carbone 55,29, hydrogène 7,00, azote 16,01, oxygène 21,70.

L'albumine est une combinaison de protéine avec du soufre, du phosphore et du phosphate calcique.

La fibrine contient les mêmes éléments, mais moitié moins de soufre que l'albumine.

Ce qu'on sait des noyaux des globules du sang a déjà été rapporté précédemment. Le reste de leur substance se compose d'hématine et de globuline, dont la première forme la partie colorante rouge, contenue dans l'intérieur des cellules sanguines, tandis que la globuline semble appartenir à la substance de la membrance pariétale des cellules, en supposant qu'elle ne soit pas renfermée dans leur intérieur avec l'hématine.

Hématine.

Elle se présente sous deux états, soluble et insoluble dans l'eau. Quant à l'état sous lequel elle se trouve dans les globules du sang, on peut la considérer comme une dissolution aqueuse très concentrée, que les sels et l'albumine du sérum empêchent de se dissoudre dans le sérum du sang, mais que celui-ci extrait des cellules sanguines dès qu'on vient à ajouter de l'eau. Pour l'obtenir, à l'état soluble, pure et non mêlée tant avec les enveloppes incolores des corpuscules du sang qu'avec leurs noyaux, il faut la séparer des globules d'une manière telle que le résidu de ces derniers puisse être mis à part. C'est ce à quoi on ne peut guère parvenir que chez les animaux à sang froid, par exemple la grenouille, où il est facile de séparer les globules de la liqueur du sang, et, en ayant recours à la filtration, de séparer aussi la dissolution de matière colorante des enveloppes dépouillées de cette matière.

Pour arriver à ce but, on prépare, par le fouettement, un mélange de globules et de sérum du sang de grenouille, on enlève le caillot, et on laisse le mélange en repos dans un vase. Les globules se déposent : on peut enlever le sérum qui surnage avec une pipette et avec du papier Joseph. Veut-on les débarrasser complétement de l'albumine qui y adhère, on peut y ajouter de l'eau sucrée ou salée, et filtrer le tout : ils ne se dissolvent point dans ce liquide, et l'on obtient ensuite une dissolution aqueuse pure de la matière colorante, en les traitant sur le filtre par de l'eau distillée. Ce qui coule est une dissolution pure de cette matière, non mêlée avec des débris de globules ou de cellules du sang. Quand on opère sur du sang de mammifère ou sur du sang humain, il faut se contenter d'une séparation incomplète : on hache en petits morceaux un caillot rouge qui s'est déjà contracté autant que possible et qui a spontanément abandonné son sérum ; on le lave, sur le filtre,

1) H. Hoffmann, *Das Protein und seine Verbindungen.* Giessen, 1842.

avec un sel neutre, pour enlever tout le sérum qui pourrait y adhérer encore, ce qui a lieu sans que les globules se dissolvent dans l'eau salée ; on sèche, autant que faire se peut, ces globules sur du papier Joseph, et, en ajoutant de l'eau, on obtient une dissolution de matière colorante, dans laquelle nagent toujours, à la vérité, quelques cellules sanguines décolorées.

En expérimentant sur l'hématine soluble, de quelque manière qu'elle ait été extraite, on reconnaît qu'elle se coagule dans les mêmes circonstances que l'albumine, c'est-à-dire par l'action du tannin, des acides minéraux, des sels métalliques et d'une chaleur de 70° C. A une température moins élevée, elle conserve sa solubilité. Lorsqu'on l'évapore à une chaleur qui monte jusqu'à 50° C., elle devient une masse noirâtre, réductible en poudre d'un rouge foncé, et susceptible de se dissoudre de nouveau dans l'eau. L'hématine soluble se dissout dans l'acide acétique, comme l'albumine soluble. Elle se coagule lorsqu'on verse de l'alcali dans la dissolution acétique, et qu'ensuite on ajoute un acide à la liqueur. Les précipités produits par les oxydes terreux et métalliques sont bruns, noirs ou rouges.

La manière dont l'hématine se comporte avec l'alcool est toute particulière, et différente de l'albumine. On en doit la connaissance à Gmelin. Lorsqu'on fait bouillir avec de l'alcool du sang coagulé par ce réactif, l'hématine se dissout. On parvient ainsi à la débarrasser de toute l'albumine adhérente. La dissolution alcoolique est d'un rouge foncé. Soumise à l'évaporation, elle laisse un résidu brun, qui se redissout dans l'eau. Suivant Huenefeld, l'hématine est soluble aussi dans l'éther : pour cela, il faut la couper en disques minces, que l'on suspend dans de l'éther pur.

L'hématine des globules du sang a la propriété, quand on la met en contact avec l'air atmosphérique ou le gaz oxygène, d'attirer ce dernier, et de prendre une teinte vermeille : il se produit de l'acide carbonique, qui s'échappe, fait qui a été observé par Berthollet, par Christison et par moi. Du sérum mêlé de globules devient vermeil dans toute sa masse quand on le fait traverser par un courant de gaz oxygène ; à la surface seulement, comme le sang lui-même, lorsqu'on l'expose à l'air. Si l'action du gaz oxygène se prolonge, l'hématine noircit, ce qui tient peut-être à la combinaison de l'acide carbonique avec elle, et l'on ne peut plus la ramener à son état antérieur. L'acide carbonique rend le sang et l'hématine d'un rouge très foncé, que l'oxygène fait ensuite repasser au rouge vermeil. Le gaz oxydule d'azote est absorbé en grande quantité par le sang, fouetté ou non, qui prend une teinte purpurine ; un courant d'air atmosphérique qu'on fait passer ensuite à travers la liqueur rétablit la couleur naturelle. Le gaz hydrogène carboné éclaircit, dit-on, la teinte du sang noir. Plusieurs sels, comme le chlorure sodique, l'azotate potassique, le sulfate sodique, produisent le même effet. Le sucre agit aussi de la même manière.

La dissolution aqueuse d'hématine rougit moins à l'air que ne le fait le sang lui-même.

L'hématine coagulée, ou insoluble dans l'eau, a été examinée par Lecanu, Sanson, Berzelius et Simon. Elle se dissout dans les alcalis, et contracte avec les acides minéraux des combinaisons, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, que l'eau précipite de leur dissolution alcoolique.

Suivant Lecanu, pour obtenir l'hématine dans cet état, où elle a subi un chan-

sentiel, il faut couper le caillot rouge du sang en tranches minces, qu'on
ans de l'eau, précipiter la liqueur rouge par l'acide sulfurique, traiter le
ɔar l'eau d'abord, puis par l'alcool, afin de lui enlever tout l'acide libre,
et le faire bouillir avec de l'alcool. La décoction, qui est brune, laisse
, par le refroidissement, un peu de sulfate d'albumine et de globuline.
restant contient le sulfate d'hématine dissous dans l'alcool; on sépare
en saturant l'acide sulfurique par l'ammoniaque.
ianière de se procurer l'hématine en change l'état, à la vérité, mais elle
ge de la fournir pure pour les analyses élémentaires. L'hématine pure ne
d'après Lecanu et Mulder, ni soufre, ni phosphore, ni chaux, et le fer
substance minérale qu'on y rencontre : celle du sang humain, ayant été
issa, dans les expériences de Lecanu, 10 pour 100 d'oxyde de fer, ce qui
fer. D'après les analyses de Mulder, la composition élémentaire en est
ɔne 65,84, hydrogène 5,37, azote 10,40, oxygène 11,65, fer 6,64.
1) a trouvé aussi des traces d'oxyde de manganèse dans le centre de cette

ni prétend que le sang desséché et pulvérisé agit sur l'aiguille aimantée,
du fer qu'il contient; mais aucun des réactifs ordinaires, même les plus
comme le cyanure potassique, le tannin, l'acide gallique et les acides
les plus forts, n'indique la présence du métal dans l'hématine non brû-
il paraît découler que le fer n'existe pas à l'état de sel dans le sang. Les
es de Berzelius réfutent ce qu'avait dit Fourcroy, que l'hématine est une
n de sous-phosphate ferrique dans l'albumine, et que, dans le chyle, qui
également du fer, mais qui a une couleur blanche, le métal se trouve à
phosphate ferreux neutre. En effet, le sous-phosphate ferrique est inso-
le sérum et l'albumine, qu'on ajoute, ou non, de l'alcali. L'assertion de
Dumas, que l'hématine est de l'albumine tenant de l'oxyde ferrique en
ı, ne paraît pas exacte non plus, car alors les acides minéraux et l'eau
raient extraire le métal de cette substance non brûlée.
art (2) a fait de belles découvertes sur le rôle que le fer joue dans l'héma-
montré d'abord qu'une dissolution aqueuse d'hématine, qu'on imprègne
hydrique, perd sa couleur au bout de quelque temps, et devient d'abord
ɔuis verte. Cette réaction semble prouver que le fer contribue à la couleur
natière. Ensuite il a découvert qu'on peut enlever tout le fer à la disso-
ueuse de cette substance, ou à l'hématine coagulée et délayée dans de
faisant passer du chlore gazeux dans la liqueur, ou y versant de l'eau de
ulder a fait cette expérience sur l'hématine pure. La matière animale se
en flocons blancs, combinée avec de l'acide chloreux, pendant que le fer
ɔus, à l'état de chlorure ferrique, qu'on peut séparer par la filtration; la
nimale ne donne plus ensuite de cendre lorsqu'on vient à la brûler. Or, le
pas d'affinité pour les oxydes, tandis qu'il en a une très grande pour les
d'un autre côté, le fer ne peut être extrait du sang par l'acide chlorhy-
autres acides minéraux qui ont beaucoup d'affinité pour les oxydes métal-

ɪEIGGER's *Journal*, t. LVIII, p. 481.
cra materiæ sanguini purpureum colorem impertientis natura. Gœttingue, 1825.

liques, mais n'en ont aucune pour les métaux. D'après ces considérations, il paraît vraisemblable à Berzelius que le fer est à l'état métallique, et non à celui d'oxyde, dans l'hématine.

H. Rose (1) a fourni de nouveaux arguments à l'hypothèse suivant laquelle le fer se trouverait à l'état d'oxyde dans le sang. Lorsqu'il filtrait la liqueur, après la réaction du chlore et la précipitation de la matière animale, le fer pouvait en être séparé; mais quand, au lieu de filtrer, il ajoutait de l'ammoniaque en excès, tout se redissolvait en un liquide rouge foncé, et il ne se séparait plus de fer. Rose mêla ensuite une dissolution d'hématine avec une certaine quantité de dissolution d'un sel ferrique, et ajouta un excès d'ammoniaque: l'oxyde ferrique resta dans la liqueur, et ne put être précipité ni par le sulfide hydrique ni par la teinture de noix de galle. Enfin, Rose a trouvé que, quand on mêle une dissolution aqueuse d'un grand nombre de substances organiques non volatiles, comme sucre, amidon, gomme, sucre de lait, colle, etc., avec une petite quantité d'un sel ferrique, et qu'ensuite on ajoute un alcali, l'oxyde de fer n'est point précipité, ou ne l'est qu'en partie.

Cependant Berzelius croit que la combinaison qui, dans les expériences de Rose, tient l'oxyde ferrique dissous dans l'hématine ou l'albumine, n'est point la même que celle qui rend l'hématine ferrifère, parce qu'autrement elle devrait perdre son fer par l'action des acides, et parce qu'une combinaison d'hématine ou de sérum avec de l'oxyde ferrique ou ferreux se décomposerait par l'addition d'un acide minéral, l'hématine ou l'albumine étant précipitée, et l'oxyde restant dissous dans l'acide.

En conséquence, Berzelius pense que le fer se trouve à l'état métallique dans l'hématine, qu'il y est combiné organiquement avec de l'azote, du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, et qu'il s'oxyde pendant l'incinération de cette substance. C'est aussi là l'opinion de Mulder. Le chyle, au contraire, doit contenir le fer dans un tout autre état, celui d'oxyde, puisque, d'après Emmert (2), il est extrait par l'acide azotique, et donne ensuite un précipité noir par la teinture de noix de galle, un précipité bleu par le cyanure potassique.

On s'est encore occupé de rechercher si, par sa combinaison avec la matière animale, le fer prend une part essentielle à la couleur du sang. Gmelin ne pense pas qu'on puisse l'admettre, même en supposant que le fer soit combiné, à l'état métallique, avec l'azote, le carbone, l'oxygène et l'hydrogène, dans l'hématine. Il dit que la décoloration de cette dernière substance par le chlore, avec soustraction de fer, ne prouve rien, attendu qu'il pourrait se faire que le chlore décolorât l'hématine uniquement en lui enlevant de l'hydrogène, ou en transportant l'oxygène aux autres éléments, et que l'acide chlorhydrique ainsi produit pourrait s'emparer de l'oxyde ferrique de la liqueur alcaline. Gmelin rapporte à ce sujet que, quand, au lieu de chlore, c'est un excès d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique froid qu'on ajoute au sérum mêlé d'hématine, et qu'on sépare par la filtration l'hématine, qui a pris une teinte plus foncée, mais qui ne s'est nullement décolorée, on peut également découvrir l'oxyde ferrique dans la liqueur par le

(1) POGGENDORFF's *Annalen*, t. VII, p. 81.
(2) REIL's *Archiv*, t. VIII.

moyen du sulfocyanure potassique, et qu'en conséquence l'oxyde ferrique peut être enlevé sans destruction de la couleur. Il ajoute que le résidu du sang fouetté, qu'on a presque entièrement décoloré en le faisant bouillir à plusieurs reprises avec de l'alcool, donne encore une quantité notable d'oxyde ferrique par l'incinération (1).

Globuline.

Le sang contient aussi une matière analogue à la caséine. Cette substance a été découverte par Gmelin, qui l'a prise pour la matière caséeuse. Quand on fait bouillir du sang fouetté avec de l'alcool, qui dissout l'hématine, et qu'on filtre la liqueur bouillante, le liquide rouge qui passe, dépose, par le refroidissement, des flocons abondants de caséine, colorés par de l'hématine qui y adhère (2). Lecanu a extrait cette substance des globules du sang, avec l'hématine, par le moyen de l'acide sulfurique. Il la regarde comme de l'albumine, et croit les globules composés d'hématine et d'albumine. D'après sa méthode, on prend des tranches minces de caillot rouge, on les dépouille de sérum à l'aide du papier Joseph, on les lessive avec de l'eau, on précipite la dissolution rouge par l'acide sulfurique, et on lave le précipité avec de l'alcool froid, pour enlever l'acide libre qui pourrait y adhérer. Ce précipité est un composé de sulfate de globuline et de sulfate d'hématine. Ou bien on prend du sang fouetté et débarrassé de sa fibrine ; on y verse de l'acide sulfurique étendu, et on lave le caillot avec de l'alcool froid. Si l'on mêle du sang fouetté avec quatre parties d'une dissolution saline, par exemple de sulfate sodique, le sérum peut être séparé des globules (3) ; du moins reste-t-il une grande partie de ces derniers sur le filtre, et l'on peut ensuite les traiter par l'acide sulfurique.

Pour séparer l'un de l'autre le sulfate d'hématine et celui de globuline, on fait bouillir la masse avec de l'alcool ; le menstrue, lorsqu'il est chaud, les dissout tous deux ; mais il laisse précipiter le sulfate de globuline en se refroidissant. Berzelius a donné le nom de globuline à la base de ce dernier sel. Simon la regarde comme de la caséine, avec laquelle elle a effectivement de grands rapports, sans toutefois qu'il y ait identité entre elles.

La globuline pure est soluble dans l'eau. La dissolution se coagule en granulations à la chaleur de l'ébullition. Ce caractère distingue assurément la globuline de la caséine ; mais, comme celle-ci, elle est insoluble dans l'alcool froid et soluble dans l'alcool chaud ; d'après Simon, elle est précipitée, non seulement par l'acide sulfurique, mais encore par l'acide acétique, et un excès d'acide la redissout. Les sels métalliques et l'alun la précipitent également La caséine diffère de toutes les substances par la propriété qu'elle a d'être précipitée par la présure ou pepsine ; Simon assure que la pepsine ne coagule pas la globuline, à moins qu'on n'ait ajouté auparavant du sucre de lait à cette dernière, auquel cas il se forme de l'acide lactique.

(1) Gmelin, *Chemie*, t. IV, p. 1169.
(2) Gmelin, *Chemie*, t. IV, p. 1073.
(3) C'est cette particularité, bien connue avant lui, que Figuier a utilisée, comme il a été dit précédemment, pour l'analyse sommaire qu'exige l'étude des modifications pathologiques du sang. (*Note du trad.*)

Les expériences qui ont été faites jusqu'ici sur le sang, par rapport à la globuline, ne procurent aucune réponse à la question de savoir sous quelle forme les globules du sang contiennent cette substance ; si elle constitue, de concert avec l'hématine, le contenu des cellules sanguines, ou si elle est la substance de leurs parois. La paroi des cellules n'est pas dissoute par l'eau pure, il est vrai ; mais il se pourrait que l'action de l'acide ou de l'alcool chaud l'eût fait passer à un état dans lequel elle serait insoluble dans l'eau. Le problème ne pourrait être résolu qu'en prenant du sang fouetté de grenouille, réunissant les globules sur un filtre, les débarrassant du sérum par de l'eau salée, puis de l'hématine par de l'eau pure, et examinant ensuite si le résidu, qui se composerait de cellules sanguines décolorées, contient ou non de la globuline.

Une matière analogue à la globuline existe dans le cristallin, au dire de Berzelius et de Simon. D'après Mulder, la globuline doit être rangée parmi les combinaisons de protéine.

Fibrine.

Jusqu'à présent on n'a étudié la fibrine qu'à l'état de coagulation ; mais, en suivant la méthode que j'ai indiquée, on peut l'examiner dans le sang des grenouilles à l'état de dissolution, avant qu'elle soit coagulée. Si l'on reçoit le liquide qui traverse le filtre dans un verre de montre plein d'acide acétique, la fibrine ne se coagule point. Quand le verre de montre contient de l'eau salée, la fibrine ne se coagule pas non plus, ou du moins ne s'y coagule qu'en petite quantité ; on sait que l'eau salée qu'on ajoute au sang de grenouille en retarde singulièrement la coagulation, phénomène d'ailleurs connu depuis longtemps à l'égard du sang humain, sur lequel l'addition d'une certaine quantité de sulfate sodique, d'azotate potassique ou de quelques autres sels, produit le même effet. On peut d'après cela se faire une idée de la manière dont les sels dits rafraîchissants agissent sur le sang dans la méthode antiphlogistique : ils métamorphosent la fibrine, qui, dans l'inflammation, a une telle tendance à s'accumuler et à se coaguler tant dans les vaisseaux des organes enflammés qu'à la surface des membranes, après qu'elle a été exsudée.

Une dissolution aqueuse de potasse ou de soude caustique s'oppose aussi à ce que le sang tiré de la veine d'un homme se prenne en une masse cohérente. Suivant Prevost et Dumas, le sang des animaux supérieurs ne se coagule plus quand on y ajoute un millième de soude caustique. Si, en filtrant du sang de grenouille, on reçoit ce qui traverse le papier dans un verre de montre contenant une dissolution de potasse caustique, la fibrine ne se prend point en un seul caillot, mais il se forme peu à peu de très petits flocons, de même que quand on laisse tomber la liqueur goutte à goutte dans un verre de montre plein d'éther sulfurique. La fibrine dissoute du sang de grenouille ne dépose ni globules ni flocons par l'addition de l'ammoniaque liquide.

On se procure la fibrine coagulée, pour les expériences chimiques, en fouettant du sang ou en enlevant le caillot rouge : dans le premier cas, elle reste attachée aux baguettes, et l'on n'a plus qu'à la bien laver. Ainsi obtenue, elle a une pesanteur spécifique supérieure à celle de l'eau, du sérum, et du sérum mêlé de globules qu'on se procure en fouettant le sang : elle gagne le fond de tous ces liquides.

à moins qu'il n'y adhère des bulles d'air. Elle est blanche, inodore, insipide, et insoluble dans l'eau froide, aussi bien que dans l'eau chaude; mais, lorsqu'on la fait bouillir longtemps dans l'eau, elle subit, d'après Berzelius, un changement dans sa composition, durcit, devient cassante, et la liqueur tient en dissolution une substance nouvelle, qui a été produite aux dépens de la fibrine. Cette liqueur n'a aucune ressemblance avec une dissolution de colle. Au reste, l'hématine, la globuline, la fibrine, l'albumine coagulée et la caséine ont cela de commun ensemble, que l'eau n'en peut point extraire de colle par l'ébullition. La fibrine partage aussi avec d'autres substances (non avec l'albumine) la propriété de décomposer l'eau oxygénée par simple contact, en donnant lieu à un dégagement d'oxygène, accompagné de formation d'eau, sans qu'elle-même subisse aucun changement. Elle se comporte de telle manière avec les acides et les alcalis, qu'elle peut jouer le rôle tantôt d'une base et tantôt d'un acide. Dans les acides concentrés, elle se gonfle, et devient un corps doué de propriétés acides; dans les acides étendus, elle se resserre sur elle-même, et produit une combinaison neutre. La combinaison acide avec les acides minéraux est insoluble dans l'eau, la neutre est soluble; mais la combinaison acide et la combinaison neutre avec l'acide acétique sont toutes deux solubles dans l'eau. Le cyanure ferroso-potassique détermine un précipité dans la dissolution acétique de fibrine; mais cette réaction est offerte aussi par l'hématine, la caséine et l'albumine; la colle n'y donne pas lieu. Suivant Caventou (1) et Bourdois, la fibrine, l'albumine, la caséine et le mucus se dissolvent dans l'acide chlorhydrique concentré à froid, et, quand on laisse la liqueur exposée pendant vingt-quatre heures à une température de 18 à 20°, elle prend une belle couleur bleue, ce qui n'arrive point avec la colle. Mulder dit que la fibrine est composée de protéine, de soufre et de phosphore, plus une certaine quantité de phosphate calcique. Sa composition élémentaire est : carbone 54,90, hydrogène 6,95, azote 15,89, oxygène 21,55, phosphore 0,35, soufre 0,36. On la trouve aussi, à l'état de dissolution dans le chyle et la lymphe, à l'état solide dans les muscles et le tissu de la matrice.

Albumine.

Lorsqu'on chauffe le sérum du sang jusqu'à 75° et au delà, il se prend en une masse solide, qui est composée d'albumine en très grande partie. Cette masse laisse suinter quelques gouttes d'un liquide brun qui, d'après Gmelin (2), se trouble par les acides, prend l'aspect d'une gelée par le refroidissement, et contient, outre de l'albumine maintenue dissoute par l'alcali, de la caséine, de la ptyaline, de l'osmazôme et des sels potassiques et sodiques.

Quand on fait coaguler entièrement du sérum par la chaleur, et qu'on traite la masse sèche par l'eau bouillante, et reprend plusieurs fois de suite le résidu par l'alcool, celui-ci enlève du chlorure sodique, du chlorure potassique, du lactate sodique, de l'osmazôme, et ce qui n'a été dissous ni par l'eau bouillante ni par lui est de l'albumine pure. La substance que l'eau bouillante a dissoute et que l'alcool n'attaque point est de la ptyaline.

(1) *Bulletin de l'Académie royale de médecine.* Paris, 1843, t. VIII, p. 779.
(2) *Chemie*, t. IV, p. 1381.

La *ptyaline* est très répandue dans l'économie animale, et se trouve dans d'autres liquides excrétoires que la salive, de laquelle son nom a été tiré. On a constaté sa présence dans la sérosité de plusieurs hydropisies et dans celle que les vésicatoires attirent. Soluble dans l'eau, à froid comme à chaud, elle ne l'est pas dans l'alcool; les sels métalliques ne la précipitent point, non plus que les acides; elle n'est point troublée, ou du moins ne l'est que très peu, par l'infusion de noix de galle.

L'*osmazôme*, ou *extrait de viande*, de Thouvenel, est soluble dans l'eau chaude et froide, insoluble dans l'alcool chaud et froid, déliquescente à l'air humide, fusible à la chaleur, et précipitable de ses dissolutions par l'infusion de noix de galle. On la trouve en grande quantité dans la chair musculaire, et en moindre proportion dans la plupart des parties organiques : suivant Gmelin, elle existe aussi dans la salive, le suc pancréatique. Berzelius la regarde, non comme une substance particulière, mais comme une combinaison d'une matière animale et de lactates ; on peut la séparer de ces derniers par le tannin, qui la précipite.

L'*albumine* reste après qu'on a extrait les autres substances du caillot desséché du sérum. On la trouve aussi dans la lymphe, dans le chyle, dans le blanc d'œuf, dans le jaune d'œuf, où est elle mêlée avec de l'huile, dans les sécrétions des membranes séreuses, dans les liquides du tissu cellulaire, dans l'humeur aqueuse et le corps vitré, dans le cerveau et les nerfs, où elle est accompagnée d'une graisse phosphorée, dans le contenu des vésicules de Graaf chez les mammifères et la femme. Nous ne parlerons ici que de celle du sérum du sang. On la connaît sous deux états :

1° *A l'état de dissolution*. Elle paraît être combinée avec de la soude dans le sérum du sang, et former ce qu'on appelle un albuminate sodique. Berzelius ne croit pas que ce soit la soude qui la maintienne liquide dans le sérum, parce qu'on peut saturer l'alcali au moyen de l'acide acétique sans qu'il se forme de précipité. Il faut, d'après Stromeyer, dix gouttes de vinaigre distillé pour opérer cette neutralisation dans une demi-once de sang. Lorsqu'on évapore du sérum ou une dissolution d'albumine à une température qui ne s'élève pas jusqu'à + 60° C., l'albumine se dessèche, devient translucide, et peut se redissoudre ensuite dans l'eau; à une température de 70 à 75° C., elle se coagule, mais elle a perdu alors sa solubilité dans l'eau. Quand on la mêle avec beaucoup d'eau, la chaleur ne la solidifie plus; elle la convertit en granulations, et en un liquide lactescent, qui cependant, si on l'évapore, fournit de l'albumine parfaitement coagulée. Elle est coagulée par l'alcool, par les acides minéraux, par certains sels métalliques (par exemple d'étain, de plomb, de bismuth, d'argent, de mercure), par le chlore, par l'infusion de noix de galle, et par une dissolution très concentrée d'alcali fixe, comme lorsqu'on verse beaucoup de dissolution de potasse caustique dans une petite quantité de sérum. Quand on l'expose à l'action d'une pile galvanique, elle se coagule au pôle positif, non qu'elle soit un corps électro-négatif, mais parce que c'est là que se dégage l'acide du sel marin qu'elle contient. Si la pile est forte, elle se coagule aussi au pôle négatif. Ce phénomène s'explique d'après la manière dont on a vu plus haut qu'elle se comporte avec les alcalis.

Les précipités d'albumine produits par les acides minéraux, l'alcool, les sels métalliques, les sels terreux et le tannin, sont insolubles dans l'eau : ceux, au con-

aire, de caséine auxquels les acides et l'alcool donnent lieu, se redissolvent dans eau. L'acide acétique ne précipite pas l'albumine, tandis qu'il produit cet effet ır la caséine et la chondrine. La dissolution acétique d'albumine est précipitée, mme celles de fibrine et de caséine, par le cyanure ferroso-potassique. Gmelin a servé que l'albumine des œufs était coagulée par l'éther exempt d'alcool, lequel her ne fait pas naître de précipité dans le sérum du sang.

Si l'on mêle de l'albumine dissoute avec des acides ou des alcalis, la portion qui combine avec le réactif passe au même état que l'albumine coagulée, même rsque ce réactif ne fait pas naître de précipité, comme l'acide acétique, l'ammoaque et une dissolution étendue de potasse; la dissolution acétique est précipitée ır la potasse, et la dissolution alcaline l'est par les acides, absolument comme il rive à l'hématine.

Quand on met une petite quantité de sels métalliques dans du sérum, et qu'on oute un peu plus d'alcali caustique qu'il n'en faut pour décomposer le sel, l'oxyde est point précipité, mais reste à l'état de combinaison soluble avec l'albumine. erzelius, qui cite cette particularité, fait remarquer que telle est la manière dont vers sels ou oxydes métalliques, absorbés à la peau ou dans le canal intestinal, nt entraînés dissous par le sérum du sang, et éliminés par les sécrétions : ainsi, ar exemple, on a trouvé de l'oxyde mercureux dissous dans les liquides du corps, hez les personnes qui ont fait usage du mercure (1). Le chlorure mercurique est n des meilleurs réactifs pour l'albumine; il produit un trouble dans un liquide ui n'en contient qu'un deux-millième. Sa grande propension à se combiner avec e sel fait que l'albumine en est le contre-poison.

2° *A l'état de coagulation.* Sous cette forme, l'albumine se comporte chimiuement comme la fibrine, si ce n'est qu'elle ne décompose pas l'eau oxygénée.

L'albumine ne diffère de la fibrine, au point de vue de la composition élémentaire, qu'en ce que, dans parties égales de protéine, elle contient autant de hosphore qu'elle, à la vérité, mais le double de soufre, ainsi qu'il ressort de l'anayse de Mulder : carbone 54,70, hydrogène 6,92, azote 15,84, oxygène 21,47, hosphore 0,35, soufre 0,72.

L'analyse de Berzelius nous indique la proportion de l'albumine aux autres paries constituantes du sérum. 100 parties de sérum de sang humain contiennent 0,59 d'eau, 8,00 d'albumine, 0,4 d'osmazôme et de lactate sodique, 0,6 de chlorure sodique : dans l'albumine coagulée, il y a 0,41 de carbonates et de phoshates alcalins, solubles dans l'eau. Lecanu a trouvé aussi, dans le sérum, du sulate alcalin, du carbonate et du phosphate de magnésie, et du phosphate de chaux.

Matière grasse du sang.

Le sang contient rarement un peu de graisse libre, qu'on voit alors briller à sa urface; la plus grande partie de la matière grasse qu'il renferme est combinée avec la fibrine, l'hématine et l'albumine. Lorsqu'on prend du sang de bœuf fouetté, et qu'on le fait bouillir avec de l'alcool, les premiers produits de la filtration con-

(1) Autenrieth et Zeller, dans Reil's *Archiv*, t. VIII. — Schubarth, dans Horn's *Archiv*. 1823, p. 417. — Cantu, *Mem. di Torino*, t. XXIX, 1825. — Buchner's *Toxicologie*, p. 588.

tiennent, d'après Gmelin (1), de la cholestérine, de la stéarine, de l'oléine et de l'acide stéarique. Suivant Chevreul, la graisse phosphorée s'élève à 4 ou 4 ½ pour 100 dans la fibrine. Lecanu a trouvé dans le sang une matière grasse cristallisable et une autre huileuse; la première s'élevait à 1,20-2,10 et la seconde à 1,00-1,30 dans 1000 parties de sérum.

Lorsque le sang contient plus de graisse non combinée, les globules de cette substance en rendent le sérum lactescent, comme il arrive souvent chez les jeunes animaux, plus rarement chez l'homme adulte.

Toutes les graisses sont remarquables par le peu d'oxygène qui entre dans leur composition et par la prédominance de carbone. Les graisses qu'on rencontre à l'état de liberté dans le corps, la stéarine et l'élaïne, qui sont toujours unies ensemble, ne contiennent pas d'azote.

	Stéarine.	Élaïne.
Oxygène	9,454	9,548
Hydrogène	11,770	11,422
Carbone	78,776	79,030

Certaines graisses sont, comme celles du sang, unies à d'autres matières animales; elles cristallisent en partie par le refroidissement, contiennent de l'azote (et en outre du phosphore dans le sang et le cerveau), et ne sont pas saponifiables. Ces espèces de graisses se rencontrent non seulement dans le sang, mais encore dans le cerveau et les nerfs, dans le foie, et peut-être aussi dans quelques autres parties.

Les matériaux immédiats de la plupart des solides du corps existent déjà dans le sang, comme la fibrine, l'albumine, l'osmazôme, l'acide lactique, la matière grasse. Il n'y a d'exception que pour la colle ou gélatine, qu'on trouve dans les tendons, les cartilages, les os, les membranes séreuses, la peau et le tissu cellulaire, surtout celui des muscles. A la vérité, Parmentier, Deyeux et Saissy avaient cru apercevoir aussi la gélatine dans le sang; mais c'était évidemment une erreur. La colle se produit quand on traite par l'eau bouillante les parties organiques qui viennent d'être énumérées: elle est insoluble dans l'alcool froid et dans l'eau froide, ce qui la distingue de l'osmazôme; elle se dissout dans l'eau bouillante, se prend en gelée par le refroidissement, même lorsqu'elle contient encore cinquante parties d'eau, et se redissout dans l'eau bouillante, ce qui la distingue de la fibrine et de l'albumine. Elle se dissout peu à peu dans les acides et les alcalis. Le tannin, l'alcool, le chlorure mercurique, le sulfate platinique, le chlorure platinique et le chlore la précipitent. Elle n'est point précipitée par l'acide chlorhydrique, l'acide acétique, l'acétate plombique, l'alun, le sulfate aluminique, le sulfate ferrique. Le cyanure ferroso-potassique ne fait pas naître non plus de précipité dans sa dissolution acide. Quelques personnes la regardent comme un produit de la décomposition des matières animales par la coction. On allègue que, d'après Berthollet, de la viande qui ne donnait plus de gélatine par l'eau bouillante, avait la propriété d'en fournir encore après qu'elle se fut décomposée dans des vases clos, avec dégagement de gaz acide carbonique (2). Cependant cette

(1) *Chemie*, t. IV, p. 1163. — *Comp.* Boudet, *Essai critique et expérimental sur le sang*. Paris, 1833.

(2) Wienholt, dans Meckel, *Archiv*, t. I, p. 206.

pinion ne me paraît pas fondée ; car les tissus désignés ci-dessus sont les seuls ui donnent de la colle : ils doivent donc contenir déjà une substance particulière. e nouvelles recherches auxquelles je me suis livré (1) ont montré que cette ıbstance présente des différences spéciales suivant les parties d'où on l'obtient. es cartilages et la cornée fournissent, par la coction, de la chondrine, qui ressemble tous égards à la colle ordinaire, mais qui en diffère essentiellement par les préci- tés qu'elle donne avec l'alun, le sulfate aluminique, l'acide acétique, l'acétate ombique et le sulfate ferrique, qui ne précipitent pas la colle. Cette matière dif- re de la caséine en ce qu'un excès d'alun redissout le précipité que le sel avait it naître, et que l'acide acétique en excès ne redissout pas celui qu'il avait pro- it, ce qui est le contraire de ce que fait la caséine : de plus, elle se prend en lée par le refroidissement ; sa dissolution acide n'est point précipitée par le cya- ure ferrico-potassique, et la présure ou pepsine ne la coagule point (2).

(1) POGGENDORFF's *Annalen*, t. XXXVIII.

(2) M. Millon (*Études de chimie organique*, Lille, 1849) a introduit, dans l'analyse des stances organiques, un nouveau procédé. L'analyse élémentaire des matières molles et uides, qui composent les aliments et les produits de sécrétion animale, présente deux obsta- es qui éloignent la célérité autant que la précision des résultats. Jusqu'ici ces matières sont ablement desséchées ; la lenteur d'une dessiccation bien complète est le premier obstacle ; ais c'est le moindre. L'autre obstacle, extrêmement grave, consiste en ce que l'évaporation, me du bain-marie, peut produire une perte de matière, dont on n'a tenu jusqu'ici aucun mpte. Il y a telle urine dont l'évaporation, ménagée avec le plus grand soin, dissipe la moitié l'azote combiné ; d'autres fois on ne perd que le quart ou le cinquième de cet élément, ou des ipes dans lesquels il se trouve contenu. L'urine de l'homme, acide, normale, évaporée au -marie, au poids de cinq à six grammes, laisse s'échapper une partie sensible de son azote. probable que la matière des excréments, et la plupart des substances animales ou végétales, dans le même cas. En conséquence, M. Millon s'est décidé à tenter l'analyse directe des es ou des liquides organiques, sans évaporation ni dessiccation préalable. On peut voir son opuscule le procédé qu'il emploie. Il a analysé de la sorte : 1° Sang artériel d'un chien i pendant deux jours avec du lait à discrétion ; il y a trouvé : carbone, 9,22 ; azote, 2,85 ; gène, 8,85 ; sels, 0,89 ; oxygène, soufre, phosphore, 78,19 : total, 100. Ainsi, le sang iel d'un chien, nourri deux jours de suite avec du lait, contient le carbone et l'azote, à peu dans le même rapport que l'albumine ; mais il en diffère en ce qu'il a fixé sur le groupe entaire de l'albumine, un poids d'oxygène très considérable. M. Millon considère provi- ent ce sang comme de l'albumine fortement oxydée. 2° Sang artériel d'un chien nourri dant deux jours avec du pain et de la viande, mélangés d'une grande quantité de matières es : carbone, 11,11 ; azote, 3,32 ; hydrogène, 10,19 ; oxygène, soufre, phosphore et , 75.38 : total, 100. Ce sang contient le carbone et l'azote dans le même rapport que l'albu- e ; mais il en diffère en ce qu'il faut ajouter au groupe élémentaire de l'albumine une ité sensible d'hydrogène. Ce second sang est très fortement hydrogéné, si on le compare au ier. É. L.

CHAPITRE III.

Des propriétés organiques du sang.

Influence vivifiante du sang.

Le sang artériel, qui doit sa teinte vermeille à l'oxygène qu'il a pris dans les poumons et qu'il entraîne dissous, redevient d'un rouge foncé ou noir en traversant les capillaires du corps, par suite du conflit qui s'établit entre lui et la matière organisée, conflit qui rend les organes aptes à vivre, mais qui le rend lui-même incapable de continuer à exercer cette influence nécessaire à l'entretien de la vie. Il revient des organes plus riches en acide carbonique, et ne reprend ses qualités vivifiantes qu'en repassant à l'état vermeil dans les poumons, où il s'empare d'une nouvelle quantité d'oxygène et abandonne de l'acide carbonique. Comme, ainsi qu'on le verra plus loin, il parcourt le corps entier en quelques minutes, ce laps de temps suffit pour que chacune de ses portions perde et recouvre la faculté vivifiante (1).

Ce n'est qu'à l'état artériel et vermeil que le sang peut entretenir la vie. Toute cause qui l'empêche de s'artérialiser dans les poumons entraîne l'asphyxie et la mort, surtout comme l'a fait voir Bichat, par paralysie des fonctions du cerveau et du système nerveux. Cependant la nécessité de l'artérialisation du sang est moins grande chez le nouveau-né, moins encore pendant le sommeil d'hiver et la mort apparente, ainsi que chez les animaux inférieurs : elle paraît même ne pas exister du tout chez le fœtus des mammifères. L'énergie du système nerveux et de la vie animale est celle qui dépend le plus du sang artériel : on en a la preuve dans les phénomènes de la cyanose, où, par l'effet d'un vice d'organisation des

(1) D'après M. Brown Séquard, le sang veineux est capable d'exciter et de mettre en action les centres nerveux et les muscles de la vie organique et de la vie animale ; dans certains cas d'asphyxie, et particulièrement chez les nouveaux-nés, les mouvements respiratoires convulsifs qu'on observe sont dus à l'excitation de la moelle allongée par le sang veineux, ainsi que M. Marshall-Hall l'a soutenu ; même dans l'état normal, le sang veineux paraît être l'excitant principal, sinon le seul qui mette en jeu la moelle allongée et la moelle épinière, pour produire les mouvements respiratoires. Voici une des expériences de M. Brown Séquard. On sait que, quand on asphyxie un animal, des mouvements convulsifs violents éclatent dans tout son corps. Ces mouvements sont dus à l'excitation du sang veineux sur la moelle épinière. En effet, ils ne sont pas produits par l'encéphale ; car, si l'on coupe la moelle épinière transversalement au cou ou au dos, toutes les parties séparées de l'encéphale ont pendant l'asphyxie des mouvements convulsifs, comme si la séparation n'avait pas eu lieu. Mais, si l'on détruit une des parties de la moelle épinière qui donnent naissance aux nerfs d'une des paires de membres, ces membres pendant l'asphyxie n'ont pas de mouvements convulsifs, et l'on n'y voit que de légers tremblements. L'intensité des mouvements convulsifs qui ont lieu pendant l'asphyxie est d'autant plus grande que l'asphyxie est plus complète, ou, en d'autres termes, que le sang est plus veineux. M. Brown Séquard attribue au sang veineux l'excitation qui met en jeu les intestins et la vessie chez les mourants, et cause ainsi l'action de se *vider*, qualification donnée à l'expulsion des urines et des matières fécales au moment de la mort. (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, t. I, p. 105.) É. L.

organes circulatoires (persistance du canal artériel entre l'artère pulmonaire et l'aorte, ou du trou de Botal dans la cloison des ventricules), les deux sangs sont toujours mêlés en partie l'un avec l'autre. La nutrition et la sécrétion souffrent peu ou point alors, quoique la peau ait une teinte plus foncée et bleuâtre ; mais la force musculaire manque, les moindres efforts causent des accès de suffocation, des défaillances, même l'asphyxie ; l'appétit sexuel ne se développe pas, la chaleur est moindre ; il y a une disposition aux hémorrhagies, même à des pertes de sang mortelles (1). Ce qui démontre que les fonctions organiques et nutritives dépendent moins du sang artériel, c'est que les sécrétions sont quelquefois accomplies par des organes qui reçoivent non seulement du sang artériel, mais encore, et en plus grande quantité, du sang veineux. Ainsi la sécrétion de la bile se fait en partie aux dépens du sang veineux de la veine porte, et celle de l'urine, chez les amphibies et les poissons, presque entièrement aux frais du sang des veines rénales afférentes, qui, dans ces deux classes, existent indépendamment des veines rénales efférentes et des artères rénales.

La ligature de tous les troncs artériels d'un membre supprime la faculté motrice, et finit par amener une mort locale. Les pertes abondantes de sang font tomber aussitôt les animaux supérieurs en asphyxie ; mais les animaux à sang froid supportent longtemps la perte de la plus grande partie de leur sang : les grenouilles vivent même plusieurs heures encore après qu'on leur a enlevé le cœur, et n'en continuent pas moins d'être aptes à tous les mouvements. Des parties qu'on a séparées du corps, et qui paraissent flasques, comme le cœur devenu déjà immobile les grenouilles, dans les expériences de Humboldt, paraissent même se ranimer jusqu'à un certain point par l'immersion dans le sang, et le sang entretient longtemps le mouvement vibratile des cils microscopiques de certaines membranes muqueuses détachées du corps, ainsi qu'il résulte des observations de Purkinje et de Valentin.

Prevost et Dumas ont fait voir que le sang ne manifeste pas tant son influence vivifiante par le sérum que par les corpuscules rouges qui y nagent. Si, après avoir vidé les vaisseaux d'un animal jusqu'à ce qu'il tombe en syncope, on y introduit de l'eau ou du sérum à 30°, on ne rappelle pas la vie ; mais, si l'on prend du sang de la même espèce, on voit l'animal se ranimer sensiblement à chaque ondée, et finir par se rétablir. Ces expériences ont été confirmées par Dieffenbach et Bischoff (2).

La revivification a lieu, d'après Prevost et Dumas, Dieffenbach et Bischoff, alors même qu'on a dépouillé le sang de sa fibrine, en le fouettant, et qu'on n'injecte qu'un mélange non coagulable de globules et de sérum. Comme les globules n'ont subi aucun changement dans le sang fouetté, on devrait, dans les cas peu nombreux où une infusion de sang dans les artères d'un être vivant serait justifiée, nécessaire même pour cause d'anémie, préférer du sang battu, dépouillé de sa fibrine, et porté à une température convenable. Ce sang est et demeure complétement liquide. On éviterait ainsi la principale difficulté de la transfusion, la facilité avec laquelle le sang se coagule en passant d'un sujet dans un autre.

(1) *Voy.* un mémoire de Nasse sur ce sujet, dans Reil's *Archiv*, t. X, p. 213.

(2) Dieffenbach, *Die Transfusion des Blutes*. Berlin, 1828.

Le sang d'une autre espèce, dont les globules ont la même forme, mais un volume différent, ne produit qu'un rétablissement incomplet, et d'ordinaire l'animal meurt en six jours. Le pouls s'accélère, la respiration demeure normale, la chaleur baisse très rapidement, les excrétions sont muqueuses et sanguinolentes, les fonctions intellectuelles ne paraissent pas changées. Chez les grenouilles, la transfusion du sang fouetté des trois classes supérieures a régulièrement été suivie de la mort au bout de quelques heures, dans les expériences de Bischoff. La circulation se montrait toujours promptement affaiblie. Les suites ordinaires de l'opération étaient des exsudations de sérum et même de globules, tant du sang injecté que de celui de l'animal lui-même. Au reste, le caractère artériel ou veineux du sang doit être pris en considération dans la transfusion. Du sang veineux de mammifère que Bischoff avait injecté dans la veine d'un oiseau détermina de graves accidents, semblables à ceux du plus violent empoisonnement, tandis que du sang artériel de mammifère fut supporté (1).

Manifestation d'activité dans le sang lui-même.

Le sang doit incontestablement être considéré comme jouissant d'une vie intrinsèque; mais jusqu'ici on n'a pu parvenir à signaler un seul phénomène visible par lequel cette vie se manifestât. Lorsqu'on observe, à la lumière diffuse, des parties transparentes parcourues par du sang, afin d'éviter les illusions causées par la réfraction que les rayons solaires éprouvent en traversant une partie animale transparente, on ne remarque jamais dans les petits vaisseaux la moindre trace d'un mouvement spontané des molécules du sang, aucune attraction ou répulsion, soit des globules, soit du liquide. Si, au contraire, on emploie la lumière directe du soleil, l'image cesse d'être nette, à cause des inégalités de la substance et de la multitude des corpuscules sanguins, qui agissent comme autant de lentilles. On ne voit plus couler devant soi des granules, mais on aperçoit une sorte de flamboiement général, qui souvent ne permet même pas de distinguer la direction des courants. La même illusion a lieu quand on fait couler, à la lumière solaire, un liquide contenant des globules, du lait, par exemple, sur le porte-objet du microscope, ou aussi de l'eau claire sur un objectif en verre dépoli. La substance grenue des parties animales fait l'effet du verre dépoli. En traitant des vaisseaux capillaires, nous parlerons d'une force propulsive qu'on a faussement attribuée au sang, force en vertu de laquelle aurait lieu son mouvement pendant la circulation, et qui continuerait même d'agir lorsque la puissance du cœur est éteinte.

Le petit déplacement que les globules éprouvent, pendant quelques secondes, dans une goutte de sang étalée sous le microscope, a été regardé comme un

(1) MUELLER's *Archiv*, 1835, p. 347; 1838, p. 351. Une injection d'air dans les veines d'un animal vivant cause presque toujours la mort sur-le-champ, en mettant obstacle à la circulation dans les petits vaisseaux et le cœur. Cependant de très petites quantités, non seulement d'air atmosphérique et de gaz oxygène, mais même de gaz irrespirables, comme l'azote, l'oxyde d'azote, l'hydrogène carboné, l'acide carbonique, l'oxyde carbonique, ont été injectées par Nysten, sans que la mort s'ensuivît. Le gaz nitreux, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque et le chlore ont seuls été mortels d'une manière absolue. NYSTEN, *Recherches de physiologie et de chimie pathologique*. Paris, 1811.

mouvement automatique par quelques personnes. Cependant on peut apercevoir ce phénomène même dans les gouttes d'un sang qui a été tiré du corps depuis longtemps. Si, par exemple, on prépare, avec le sang de grenouille, un mélange de globules et de sérum, dont la fibrine ait été enlevée par l'agitation, et qu'au bout de douze à vingt-quatre heures on en mette une goutte sous le microscope, on voit les globules s'y mouvoir, absolument de même que dans du sang frais. Ce mouvement ne peut donc point être vivant. D'ailleurs, des observations de ce genre, faites sur des animaux à sang chaud, ne prouvent rien, à cause du mouvement qui peut provenir de l'évaporation. En outre, le petit changement de forme qu'une goutte de liquide quelconque qu'on étale sur une plaque de verre éprouve sur les bords, parfois avec rapidité, et peut-être aussi l'abaissement des globules du sang, jouent un grand rôle dans la production du phénomène. Enfin, il n'est pas surprenant qu'à l'instar de tous les corpuscules, les globules du sang entrent en mouvement au voisinage des membranes vibratiles, comme celles des organes génitaux, des organes respiratoires, etc.

Si l'activité vitale dans le sang n'est rendue accessible à nos sens par aucun phénomène dont les parties constituantes de ce liquide soient la source, elle n'en est pas moins démontrée par des faits généraux incontestables. Le sang manifeste des propriétés organiques, et il y a, entre lui et les parties organisées, un conflit vivant auquel il prend part tout aussi bien que les organes eux-mêmes. Qu'on frictionne la peau, ou qu'on l'excite d'une autre manière quelconque, on la met dans un état tel, que le sang afflue en beaucoup plus grande quantité dans ses petits vaisseaux, et produit les phénomènes de la turgescence vitale. La fibrine du sang qui exsude pendant l'inflammation est d'abord liquide, et produit de fausses membranes en se solidifiant; mais elle s'organise en vertu d'un conflit entre elle et l'organe qui la laisse échapper, et acquiert ainsi du sang et des vaisseaux. Le sang a donc déjà des propriétés vitales à lui appartenantes.

Une circonstance qui mérite surtout d'être prise en considération lorsqu'on veut se faire une juste idée des relations vitales du sang, c'est l'accord qui règne entre les globules de ce liquide et les éléments primitifs de tous les tissus. Les uns et les autres sont des cellules pourvues d'un noyau : ils ne diffèrent qu'en ce que, dans le sang, les éléments organiques nagent au milieu d'un liquide, tandis que, dans les solides vivants, ils tiennent plus ou moins intimement les uns aux autres. Mais, même à ce point de vue, il n'y a pas de ligne de démarcation bien tranchée, car les particules animées et actives de l'œuf des animaux sont aussi des cellules, qu'aucun lien étroit n'unit ensemble dans le jaune, où elles nagent également au sein d'un liquide. Or, que les cellules soient elles-mêmes douées de la vie, c'est ce qu'on reconnaît, d'un côté, à l'indépendance de leur accroissement, puisque c'est d'elles que d'autres tissus naissent par végétation; d'un autre côté, à ce qu'elles procréent leurs semblables hors d'elles ou dans leur intérieur. Certaines cellules, comme celles du cartilage, produisent, dans leur intérieur, de jeunes cellules provenant de noyaux nouveaux qui se forment; d'autres, comme celles de la corne, ne naissent qu'à côté les unes des autres, aux dépens d'une matière apte à germer, d'un cytoblastème dans lequel se forme d'abord des noyaux qui deviennent ensuite des cellules, de sorte que partout un noyau est générateur de cellule, ou cytoblaste. Mais la base de toute nouvelle formation quelconque est la

matière plastique liquide, le cytoblastème, que celui-ci soit contenu dans l'intérieur des cellules ou situé hors d'elles.

Cette loi de formation, que Schleiden a découverte pour les végétaux, et Schwann pour les animaux, assigne aux globules du sang une place déterminée dans l'ensemble de la vie organique. Elle nous apprend que nous devons leur attribuer les mêmes propriétés vitales générales qu'à toutes les autres cellules. Or, ces propriétés générales sont un conflit vivant des cellules, tant entre elles qu'avec des cellules d'autre espèce, avec des particules de tissus d'organes, la faculté de métamorphoser le liquide ambiant (action métabolique), et le déploiement d'actions vitales particulières, liées à leur structure et à leur composition chimique. D'après cela, la liqueur du sang est le cytoblastème propre du sang, mais elle joue aussi le rôle de cytoblastème à l'égard de tous les organes qui tirent leur nourriture du sang; car, autant il est certain que les globules du sang ont une conformation générale semblable à celle des cellules primitives d'autres parties, autant il l'est qu'aucune partie de tissu ne naît jamais des globules du sang. La nature semble les avoir destinés à entretenir, pendant la circulation du sang, un conflit vivant général entre toutes les cellules, entre toutes les molécules de tissus provenant de cellules, et à communiquer, par ce conflit, à toutes les molécules organiques l'excitement qu'eux-mêmes ont reçu par la respiration en parcourant les voies circulatoires.

Formation du sang.

Les matériaux de la formation du sang sont, chez l'adulte, le contenu des vaisseaux lymphatiques, la lymphe limpide et le chyle blanchâtre qu'ils amènent dans le canal thoracique, et de là dans le sang, la première, chargée des matériaux nutritifs qui proviennent de l'intérieur même des parties organisées, le second, de ceux dont les lymphatiques se sont emparés dans le canal intestinal. La lymphe et le chyle contiennent de l'albumine et de la fibrine, toutes deux à l'état de dissolution.

Au moyen de ces substances, la lymphe ressemble tout à fait à la liqueur claire qui constitue le sang, pourvu qu'on fasse abstraction des globules rouges. On a donc plein droit de dire que la liqueur incolore du sang est, en quelque sorte, la lymphe de ce liquide, et l'on peut soutenir que la lymphe est du sang sans corpuscules rouges, que le sang est de la lymphe avec des corpuscules rouges. L'albumine du sang prend sa source dans l'appareil digestif, d'où elle passe dans les vaisseaux lymphatiques. Les aliments digérés contiennent, dans le canal intestinal, de l'albumine dissoute, et point de fibrine coagulable; celle-ci ne se forme que dans les lymphatiques. La lymphe et le chyle contiennent moins de parties solides que le sang, et surtout moins de fibrine: il n'y a que 0,17 — 1,75 de fibrine sèche dans 100 parties de chyle, suivant Tiedemann et Gmelin. Le chyle contient de la graisse libre, qui paraît contracter des combinaisons dans le sang; le fer y est moins enchaîné aussi que dans le sang, puisque, selon Emmert, on peut démontrer sa présence par la teinture de noix de galle, après avoir traité le chyle par l'acide azotique.

La lymphe et le chyle contiennent aussi des granulations. Les granulations extrêmement éparses de la lymphe coagulable de grenouille qu'on obtient quelque-

fois des espaces lymphatiques sous-cutanés de la cuisse, sont environ trois ou quatre fois plus petites que les globules elliptiques du sang de l'animal, et elles égalent en volume les noyaux elliptiques de ces globules. Cependant elles n'ont pas une forme elliptique, ni encore moins une forme allongée, comme les noyaux des globules du sang des tritons, mais sont tout à fait rondes. J'ai trouvé, chez la tortue, les mêmes rapports de grandeur entre elles et les globules du sang.

Il y a, dans le chyle des mammifères, des globules de deux espèces. Ceux de graisse, qui, d'après Tiedemann et Gmelin, donnent au chyle sa couleur blanche, se dissolvent quand on traite ce dernier par l'éther. D'autres sont analogues aux granulations de la lymphe, et c'est d'eux qu'il dépend que le liquide soit encore trouble après l'extraction des particules de graisse par l'éther (1). Les corpuscules proprement dits du chyle sont, la plupart du temps, plus petits que les globules du sang chez les mammifères; je les ai vus tels chez le veau, la chèvre et le chien. Il est plus rare de les voir égaler ces globules en volume, comme je l'ai observé chez le chat, ou même les dépasser, ainsi qu'il arrive à quelques uns d'entre eux chez le lapin (2).

Probablement les globules du sang se forment des granulations de la lymphe et du chyle, de la même manière que les cellules naissent de leurs noyaux. On peut le conclure des observations de Schultz et de Gurlt, qui ont vu dans le chyle du canal thoracique des mammifères, outre les globules grenus de la lymphe, de véritables globules sanguins colorés. En effet, le chyle est déjà évidemment rougeâtre dans le canal thoracique de certains animaux, par exemple, des chevaux. Cette conversion des granules du chyle en corpuscules pourvus d'un noyau a été récemment établie par H. Nasse, qui, dans ses nombreuses observations, a eu occasion de voir les divers degrés de transition (3).

La formation de l'hématine dans les globules du sang dépend manifestement de la force métabolique de leurs cellules. Hewson pensait que l'enveloppe rouge se forme dans les lymphatiques de la rate, dont la lymphe est quelquefois rougeâtre. Cependant l'extirpation de la rate ne porte aucune atteinte à la formation du sang, et l'on ne peut songer à une compensation de la part des glandes lymphatiques, puisque ces organes, qui d'ailleurs n'existent pas chez les animaux à sang froid, ne sont eux-mêmes que des lacis, des réseaux de lymphatiques afférents et efférents. Ce qui peut s'y former peut également se former dans le système lymphatique tout entier.

Le développement de l'embryon dans l'œuf d'oiseau prouve que la formation du sang ne dépend d'aucun organe particulier. Le sang se produit dans le blasto-

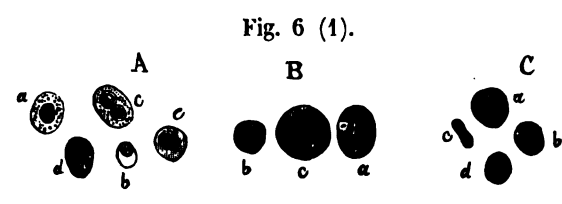
(1) *Voy.* MUELLER, dans POGGENDORFF's *Annalen*, 1832, p. 8. — C.-H. SCHULTZ, *System der Circulation*. Stuttgardt, 1836. — BISCHOFF, dans MUELLER's *Archiv*, 1838, p. 497.

(2) *Comp.* R. WAGNER, dans HECKER's *Annalen*, 1834. — SCHULTZ, *loc. cit.* — H. NASSE, *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, t. II, p. 1.

(3) On ne peut se procurer la lymphe pure et le chyle pur nécessaires aux observations microscopiques qu'en les tirant des vaisseaux et des espaces lymphatiques des animaux, par exemple des espaces lymphatiques sous-cutanés de la grenouille, de ceux de l'orbite des poissons, des gros vaisseaux lymphatiques de la tortue, et enfin, pour le chyle, du canal thoracique. La méthode qui consiste à exprimer le liquide des glandes lymphatiques peut aisément entraîner à des erreurs, puisque le tissu de ces glandes elles-mêmes est formé de cellules à noyau.

derme avant que les vaisseaux, avant que les glandes soient formés. On découvre bientôt, autour du rudiment d'embryon qui apparaît au milieu de cette membrane, un cercle transparent, *area pellucida*, tandis que la partie extérieure du blastoderme demeure opaque; cette portion opaque ne tarde pas à se partager aussi en deux champs circulaires, l'un externe, l'autre interne, ce qui, chez l'oiseau, a lieu dans l'espace de seize à vingt heures. Entre les deux champs se trouve compris un segment de la portion opaque du blastoderme, qui entoure l'*area pellucida*, et qu'on nomme *area vasculosa*, parce que c'est là que le sang et les vaisseaux se forment. Aussi loin que s'étend l'*area vasculosa*, on aperçoit, dans le feuillet moyen du blastoderme, une couche grenue qui ne tarde pas à se diviser en îles grenues et en gouttières pleines de granulations, les futurs conduits vasculaires. L'apparence grenue du blastoderme est due aux cellules dont il est formé. Les premières cellules sanguines ne diffèrent en rien, suivant Reichert, de toutes les autres cellules; elles sont rondes avec un noyau finement granulé, et un nucléole: on distingue alors de fines granulations dans leur intérieur. Selon Schultz, le noyau des globules sanguins est la partie qui apparaît la première, celle autour de laquelle se forme une vésicule.

Fig. 6 (1).



Nous possédons de nombreuses observations ayant trait à la différence de forme qui existe entre les globules du sang de l'embryon et ceux de l'adulte. Ces observations ont été faites par Hewson, Dœllinger, Schmidt, Prevost et Dumas, Baumgærtner, et E.-H. Weber. Prevost et Dumas ont vu, dans l'embryon d'oiseau, ces globules ronds jusqu'au sixième jour; ensuite ils commençaient à devenir plats et elliptiques, et le neuvième jour tous étaient elliptiques.

L'élimination de certains matériaux du sang contribue beaucoup à maintenir intacte la composition de ce liquide. Ici se range l'éjection de celles d'entre les substances introduites dans l'économie qui sont ou superflues ou incapables de servir, comme l'eau (par l'exhalation pulmonaire, la transpiration cutanée et l'urine), les matières minérales mêlées aux aliments (la plupart du temps par l'urine), et celles qui contiennent un excès de carbone, d'azote, d'oxygène ou d'hydrogène; ces dernières s'échappent par les poumons (acide carbonique), ou par le foie (combinaisons carbonées et hydrogénées), ou par l'urine (combinaisons azotées). La composition du sang peut aussi être altérée par des produits de décomposition qui, se développant dans l'organisme, passent dans le sang et ren-

(1) Corpuscules du sang d'un embryon humain de trois mois; grossissement, 300 diamètres; d'après Kœlliker. A, corpuscules incolores, à noyaux, du sang du foie: *a*, gros corpuscule à noyau avec un fluide clair et des granules dans son intérieur; *b*, corpuscule plus petit, d'où les granules ont disparu; *c*, corpuscule pâle à double noyau avec des granules; *d*, corpuscule à double noyau, légèrement coloré; *e*, corpuscule à noyau simple, légèrement coloré, d'où les granules ont disparu. B, corpuscules légèrement colorés, à noyaux, du sang du foie: *a*, avec deux noyaux; *b*, avec un; *c*, avec trois. C, corpuscules foncés, à noyaux, du sang de l'aorte: *a*, un gros avec une légère dépression; *b*, un plus petit; *c*, un vu de côté; *d*, un plus petit avec un noyau étranglé.

dent nécessaire un travail d'élimination, ce qui paraît être le cas de certains principes constituants de l'urine. D'après cela, on comprend comment la composition se maintient, une fois qu'elle a été établie.

Une autre question est celle de savoir si le rejet de certains matériaux des substances nutritives introduites dans le sang contribue d'une manière essentielle à l'établissement primordial du mode de composition propre à ce liquide.

L'acide urique, produit riche en azote, doit incontestablement prendre place ici, du moins en partie, puisque sa quantité dans l'urine augmente sous l'influence d'une nourriture azotée ou animale, et qu'il est remplacé par l'acide urobenzoïque dans l'urine des mammifères herbivores.

L'urée, d'après la découverte de Prevost et Dumas, n'est pas formée de toutes pièces par l'organe chargé de son élimination ; on la trouve dans le sang après l'extirpation des reins, de manière que ce qui empêche qu'on ne l'y rencontre avant l'ablation de ces glandes, c'est qu'elle est continuellement entraînée par elle au dehors. Le sang des animaux opérés était plus aqueux, et contenait de l'urée, qu'on en pouvait extraire à l'aide de l'alcool. Cinq onces de sang d'un chien qui avait vécu deux jours sans reins donnèrent plus de vingt grains d'urée ; deux onces de sang de chat en fournirent dix grains (1). Vauquelin et Ségalas ont confirmé cette découverte (2) : le sang fut desséché, le résidu lavé, l'eau évaporée, la masse restante traitée par l'alcool, et la nouvelle dissolution évaporée à son tour. Il y a ici une précaution nécessaire à prendre, c'est de laisser l'eau s'évaporer à froid, dans le vide, auprès d'un vase contenant de l'acide sulfurique. Vauquelin et Ségalas obtinrent ainsi $\frac{1}{100}$ d'urée du sang d'un chien dont les veines furent ouvertes soixante heures après l'opération. L'acide urique et l'urée sont les substances organiques les plus azotées qu'on connaisse : l'urée contient, sur 100 parties, 46,65 d'azote, 19,97 de carbone, 6,65 d'hydrogène et 26,63 d'oxygène. Quant à l'acide urique, on ignore s'il existe déjà dans le sang, et s'il est simplement éliminé comme produit de décomposition, ou s'il se forme dans les reins : cependant on sait que, chez les goutteux, le sang dépose de l'urate sodique dans diverses parties du corps, par exemple au voisinage des articulations, dans les tophus.

Comme l'urée existe déjà dans le sang lui-même, on peut admettre ou qu'elle se forme, comme combinaison incapable de servir, pendant la conversion des matières nutritives en principes constituants essentiels du sang, ou que c'est un produit de la décomposition des parties organisées. A l'appui de la première hypothèse, il pourrait être allégué que Tiedemann et Gmelin, dans leurs expériences sur le chyle, ont vu le chlorure sodique, mêlé à l'osmazôme du chyle, cristalliser en octaèdres, et non en cubes, changement semblable à celui que l'urée détermine dans sa forme cristalline (3). Mais d'autres circonstances la rendent peu probable. En effet, il se forme de l'urine chez les reptiles mêmes qui ont jeûné pendant plusieurs mois, et Lassaigne a trouvé l'urine semblable à celle d'un homme en santé chez un aliéné qui avait passé dix-huit jours sans manger (4). D'ailleurs, chez les oiseaux herbivores, dont les aliments ne contiennent que très peu d'azote, l'urine n'est point

(1) *Biblioth. univ.*, t. XVIII, p. 208.
(2) MAGENDIE, *Journal de physiologie*, t. II, p. 354.
(3) *Recherch. expérim. sur la digestion*, t. II, p. 98.
(4) *Journal de chim. médic.*, t. I, p. 272.

pauvre en principes azotés, comme l'urée. A la vérité, il est certain que l'urine entraîne continuellement au dehors ce qui, dans les aliments, ne peut servir à la nutrition, et qu'elle change suivant la nourriture, que par exemple elle contient davantage d'acide urique sous l'influence d'un régime animal. Chez les oiseaux qu'on nourrit de substances non azotées, les excréments sont peu chargés de matière blanche, d'acide urique; ils en contiennent bien moins que quand on nourrit l'animal d'albumine (1). De même, l'urine diffère chez les herbivores et les carnivores; car, chez les premiers, l'acide urobenzoïque y remplace l'acide urique, et, au lieu d'être acide, elle est alcaline; l'urine des oiseaux contient du sur-urate d'ammoniaque, et il n'y a pas d'urée dans celle des oiseaux herbivores. Cependant on ne saurait mettre en doute que certains principes constituants de l'urine tirent leur origine de la décomposition soit du sang, soit des parties organisées.

Ainsi, comme il paraît certain que les produits de l'urine ne sont pas éliminés du corps dans l'unique vue de maintenir la composition normale du sang, on peut admettre qu'il se produit de l'urée aux dépens des parties mises hors de service du sang ou des organes, ou que, pendant le conflit, nécessaire à la vie, qui a lieu entre le sang artériel et les organes, certains principes constituants du sang ou de ces derniers passent à l'état de combinaisons incapables de servir, c'est-à-dire sont décomposés.

Au reste, la formation de produits de décomposition commence déjà de très bonne heure chez l'embryon. A la vérité, les reins n'apparaissent que vers le sixième jour dans l'œuf d'oiseau couvé, et, d'après mes observations, on ne les aperçoit, chez les poissons et les salamandres, qu'après la cessation de l'état embryonnaire, et quand l'animal passe à l'état de larve. Mais ils sont remplacés de très bonne heure par d'autres organes excréteurs, les corps de Wolff. Ces corps, dont Rathke et moi avons donné une description exacte, et qui se composent d'espèces de cœcums creux, réunis par un conduit excréteur commun, paraissent dès le troisième jour dans l'embryon d'oiseau, et j'ai reconnu qu'ils ne tardent pas à sécréter un produit jaune, semblable à l'urine d'oiseau, tandis que l'allantoïde des oiseaux contient en même temps de l'acide urique, dès les premiers jours de l'incubation, ainsi que l'a découvert Jacobson (2).

Les produits de décomposition que le sang perd par la peau sont de l'acide lactique, du lactate ammonique, du chlorure ammonique et de l'acide carbonique. L'acide lactique, qui s'échappe aussi par l'urine, est, d'après Berzelius, un produit général de la décomposition spontanée des matières animales dans l'intérieur du corps vivant; il se forme en grande quantité dans les muscles; l'alcali du sang le détruit, et les reins l'éliminent avec l'urine acide.

Les matériaux essentiels de la bile n'existent pas dans le sang, où on ne les retrouve même pas après l'extirpation du foie. Cette opération est exécutable chez les grenouilles, et je l'ai faite plusieurs fois. En comprenant dans une ligature commune la racine du foie et tous les vaisseaux qui se rendent à cette glande ou qui en partent, on la met hors de communication avec l'organisme, et l'on peut ensuite l'enlever; les grenouilles survivent au plus quatre jours. L'important est de recueillir

(1) Tiedemann et Gmelin, *loc. cit.*, t. II, p. 266.
(2) Meckel's *Archiv*, t. VIII, p. 332.

le sang avant leur mort. J'ai trouvé que leur sérum ne différait pas sensiblement des autres liquides du même genre, et qu'en y versant de l'acide azotique, il ne subissait pas les changements de couleur qui caractérisent la matière colorante de la bile.

La bile joue un rôle important, et qu'on ne connaît pas bien encore, dans la transformation que les substances alimentaires subissent pendant leur séjour dans l'intestin. Versée chez les vertébrés, les crustacés et les mollusques, dans la portion du tube digestif où s'accomplit la formation du chyle, ce fait prouve qu'elle n'est pas purement excrémentitielle. Cependant on en retrouve les principes constituants dans les matières fécales, par exemple la résine biliaire, la cholestérine et la matière colorante, dont contrairement on ne découvre aucune trace dans le chyle. Le sang est donc débarrassé par le foie d'un excès de graisse et de matériaux carbonés et hydrogénés, tandis que les reins le dépouillent d'un excès de substances azotées. Les poumons et le foie peuvent être comparés l'un à l'autre en ceci que tous deux entraînent au dehors des produits carbonés, le premier à l'état brûlé (acide carbonique), le second à l'état combustible. D'anciens physiologistes, et, parmi les modernes, Autenrieth, mais surtout Tiedemann et Gmelin, ont déjà appelé l'attention sur une certaine relation qui existe entre ces deux organes, et qui les rend aptes à se suppléer pour ainsi dire mutuellement. Quoiqu'on ne puisse pas prouver que le volume du foie croît, dans le règne animal, en raison inverse de celui de l'organe respiratoire, cependant il ne manque pas de faits pathologiques qui attestent la réalité de ce rapport.

L'action sécrétoire du foie s'exerce, alors même qu'il n'y a pas digestion. La bile excrémentitielle du fœtus, mêlée avec le mucus intestinal, se rassemble à la partie inférieure de l'intestin, où elle produit ce qu'on appelle le méconium. Les recherches de Tiedemann et Gmelin ont appris également que l'épanchement de ce liquide dans l'intestin continue chez les animaux hivernants. On a bien prétendu que, d'après Cuvier, chez plusieurs mollusques, la bile n'est versée qu'en très petite quantité dans la partie supérieure de l'intestin, et que le reste passe par un conduit excréteur particulier, soit dans le cœcum, comme chez les aplysies, soit même au voisinage de l'anus, comme chez les *Doris* et les *Tethys*. Mais Cuvier lui-même a depuis vu les choses tout autrement, et telles qu'elles sont en réalité (1), car il dit que, chez les *Doris*, une glande entrelacée avec le foie verse une liqueur particulière par un trou percé près de l'anus. Les deux glandes sont faciles à distinguer l'une de l'autre, par leur couleur, chez les *Tethys;* le foie est brun et enveloppé de tous côtés par l'autre glande, qui a une teinte rouge.

La fréquence des maladies du foie dans les climats et les temps chauds, celle des maladies intestinales dans les mêmes circonstances, celle enfin des affections du foie et du bas-ventre sous l'influence de l'air humide et des effluves de marécages, sont encore autant d'énigmes. On croit que l'accroissement de la sécrétion biliaire dans les pays tropicaux compense la diminution de la purification du sang par les poumons, que plusieurs personnes disent être la conséquence de la raréfaction de l'air par la chaleur. Stevens (2) regarde cette hypothèse comme inexacte : car, dans les Indes occidentales, où les petites îles sont les plus sèches et les plus chaudes, mais

(1) *Règne animal*, t. III, p. 51, nouv. édit.

(2) *Obs. on the healthy and diseased properties of the blood.* Londres, 1832, p. 59.

où il n'y a pas d'eaux stagnantes, les habitants sont exempts de maladies du foie et de débordements de bile, accidents qui ne règnent, dans les pays chauds, que là où l'air est vicié par des émanations de marécages.

SECTION II.

DE LA CIRCULATION DU SANG ET DU SYSTÈME VASCULAIRE.

CHAPITRE PREMIER.

Des formes du système vasculaire dans le règne animal.

Les changements organico-chimiques que le sang éprouve dans les diverses parties du corps, à la vie desquelles ils sont nécessaires, rendent la circulation de ce liquide indispensable. Le principal ressort de la circulation est le mouvement rhythmique du cœur. On appelle *cœur* la partie du système vasculaire qui possède la contractilité en vertu d'une substance musculaire dont les vaisseaux sanguins sont dépourvus partout ailleurs. Sous sa forme la plus simple, le cœur ne représente qu'un simple vaisseau : telle est la configuration des cœurs multiples et vasculiformes des annélides, qui sont en même temps les principaux troncs vasculaires ; tels sont aussi et les troncs vasculaires contractiles qu'on aperçoit au-dessus de l'intestin des holothuries, et le vaisseau dorsal des insectes, qui est partagé en plusieurs cavités communiquant les unes avec les autres. Rien n'est plus facile que de constater la justesse de cette vue, en examinant chacun des segments du corps des crustacés macroures, par exemple des squilles, dont le cœur est un vaisseau dorsal contractile, tandis que, dans les autres décapodes, cet organe représente un ventricule court et circonscrit.

Dans l'embryon des animaux supérieurs, le cœur affecte d'abord la forme d'un utricule, et n'est autre chose qu'une inflexion contractile des troncs veineux, à l'endroit où ceux-ci se continuent avec le tronc artériel. L'état même des choses chez l'adulte justifie encore cette manière de voir. Ici, chez les animaux qui occupent le haut de l'échelle, le cœur se compose d'un double utricule musculeux court ; mais la substance contractile se prolonge jusqu'à une certaine distance sur les troncs veineux qui viennent aboutir à ce sac, et même chez les poissons, ainsi que chez les reptiles, sur une portion du tronc artériel, celle qu'on nomme le bulbe de l'aorte. On peut se convaincre, dans la grenouille, que les troncs des veines caves se contractent régulièrement, comme le cœur lui-même : Haller, Spallanzani et Wedemeyer avaient déjà reconnu cette particularité (1). Le mouvement se propage le long de la veine cave inférieure, jusqu'au foie, et continue de s'accomplir d'une manière rhythmique dans les troncs veineux, après même qu'on a enlevé le cœur. J'ai observé le même phénomène de contraction des troncs veineux chez

(1) HALLER, *Elem. physiol.*, t. I, p. 125.

des mammifères; mais ici le resserrement actif des veines caves et des veines pulmonaires est isochrone à celui des ventricules. On peut juger, pendant qu'il s'accomplit, de la distance jusqu'à laquelle s'étend la substance contractile de la veine cave ; au delà de ce point, la veine, loin d'en offrir aucun vestige, est, au contraire, gorgée de sang et dilatée, au moment où celle de ses portions qui touche à l'oreillette droite se trouve contractée.

Ces remarques font voir que, dans sa forme la plus simple, le cœur n'est qu'une portion du système vasculaire revêtue d'une substance musculaire qui la rend active, et qu'il ne mérite pas moins le nom de cœur alors même que, comme chez les animaux les plus simples, il ne représente qu'un simple vaisseau contractile. Le reste du système vasculaire est composé de tubes qui, sous le rapport du mouvement, se comportent d'une manière purement passive.

La circulation a été découverte en 1619, par Harvey, chez les animaux supérieurs. On ne peut pas encore dire qu'elle soit un caractère général du règne animal, quoique le nombre des animaux simples chez lesquels elle existe aussi, ou du moins chez lesquels il y a des traces de vaisseaux, augmente à mesure que l'observation fait des progrès. Naguère encore Erdl a trouvé une espèce de circulation, dans un cercle vasculaire clos, chez un infusoire, la *Bursaria vernalis* (1).

Je vais passer en revue les principaux traits de ce que nous savons de plus certain à l'égard des formes du système vasculaire.

Chez plusieurs animaux inférieurs, on observe de petits mouvements circulaires de granules, semblables à ceux qui ont lieu dans les chara. Ces mouvement paraissent dépendre, non pas d'un cœur, mais d'un mouvement vibratile. Telles sont les petites circulations que Nordmann a vues dans l'enveloppe de l'*Alcyonella diaphana*, celles que Carus a observées sous les ambulacres des oursins, et les mouvements circulaires de granules qu'Ehrenberg a remarqués chez les méduses et dans les fibres contractiles du dos des astéries (2). Les courants ascendants et descendants que Meyen (3) et Lister (4) ont aperçus dans le tronc des sertularinées sont un phénomène de la même espèce. Suivant Lister, ces courants ont des connexions avec l'estomac, et leur direction change de temps en temps. Meyen n'a pas remarqué les connexions dont parle l'auteur anglais, et je n'ai pas été plus heureux que lui à cet égard. Chez certains animaux inférieurs, pourvus d'un système vasculaire ramifié, le mouvement des humeurs est déterminé non pas encore par un cœur ou par la contraction des vaisseaux, mais par des cils qui garnissent les parois des vaisseaux. Tels sont le *Diplozoon* et autres entozoaires décrits par Nordmann (5) et les turbellaires d'Ehrenberg. Ehrenberg et Siebold ont reconnu qu'ici le mouvement était causé par des cils qui battent (6). Milne Edwards a observé le même mode de mouvement des humeurs dans les beroe (7).

Chez les médusaires, la distribution des humeurs a lieu par le moyen de ramifications vasculiformes du sac stomacal. Il y a aussi, chez les planaires et les tré-

(1) MUELLER's *Archiv*, 1841, p. 278.
(2) MUELLER's *Archiv*, 1834, p. 571.
(3) *Nov. act. nat. cur.*, vol. XVI, *Suppl.*
(4) *Philos. Trans.*, 1834.
(5) *Mikrographische Beiträge*, 1832.
(6) MUELLER's *Archiv*, 1836, Jahresb. CXXXVI.
(7) *Nouv. ann. des sc. nat.*, 1840, t. XIII, p. 320.

matodes, un intestin ramifié en manière de vaisseau. Dans les animaux inférieurs dont la circulation a été étudiée avec le plus de soin, les échinodermes et les hirudinées, le mouvement du sang est déterminé par des troncs vasculaires contractiles, simples, doubles ou multiples; mais ces troncs ne sont ni des artères ni des veines; ce sont en partie des cœurs contractiles, qui chassent le sang dans les vaisseaux intermédiaires.

Le système vasculaire que Tiedemann a décrit (1) chez les holothuries, où il est situé en commun sur le canal intestinal et sur l'organe respiratoire, paraît appartenir à la même catégorie. Il existe en outre, chez ces animaux, un système particulier de conduits aquifères, qui servent à l'érection des tentacules.

Il n'y a point encore non plus, chez les annélides, de distinction prononcée entre les troncs artériels et les troncs veineux. On n'aperçoit que des troncs vasculaires contractiles, simples, doubles ou multiples, qui alternativement se remplissent et se vident, et qui chassent le sang dans les rameaux et les réseaux intermédiaires. Les contractions suivent une certaine direction d'arrière en avant, et, d'après Dugès, font circuler le sang dans les troncs, soit en sens horizontal, comme chez les hirudinées, où ces troncs occupent les deux côtés du corps, soit en sens vertical, comme chez les lombricinés, les arénicoles, les naïdes, où ils sont placés à la partie supérieure et à la partie inférieure du corps. En même temps, le sang projette alternativement d'un côté à l'autre par les vaisseaux transversaux, un tronc se remplissant à mesure que l'autre se contracte, ainsi qu'on le voit dans la sangsue ordinaire (2). Il existe, chez ces animaux, une circulation incomplète (par les troncs), et en même temps une espèce de fluctuation. Un fait remarquable, que j'ai observé chez la sangsue ordinaire, c'est l'alternance dans la direction des contractions, l'un des cœurs vasculiformes se contractant dans un sens pendant quelque temps, puis tout à coup en sens opposé, phénomène qu'on a d'ailleurs remarqué aussi chez les ascidies.

Les néréides ont, d'après R. Wagner, deux troncs longitudinaux, l'un sur le dos, qui chasse le sang d'arrière en avant et qui bat, l'autre au côté ventral, sous l'intestin (ou le cordon nerveux): celui-ci ne se contracte pas et ne bat point. On trouve, en outre, des vaisseaux transversaux, supérieurs et inférieurs, pour les anneaux du corps. Les vaisseaux inférieurs battent avec force, ils naissent du tronc longitudinal ventral, et se rendent dans les pattes (branchies), puis donnent naissance aux supérieurs, qui ne battent pas, et qui vont gagner le tronc dorsal (3).

Chez les animaux pourvus d'un seul tronc vasculaire contractile, il y a une circulation complète, simple, sans fluctuation, avec des courants artériels et veineux: c'est ce qui arrive chez les insectes, où Carus a découvert une circulation simple, de la partie antérieure à la partie postérieure du vaisseau dorsal (4). Les courants sont fort simples et sans ramifications: les pattes, par exemple, n'ont que deux courants simples et opposés, qui s'unissent immédiatement l'un avec l'autre en

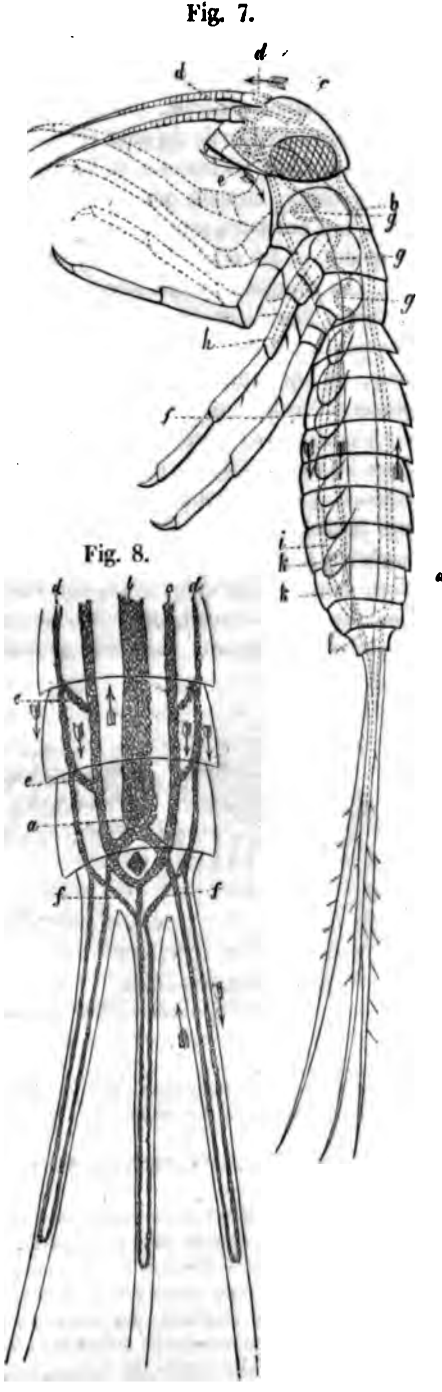
(1) *Anatomie der Rœhrenholothurie.* Heidelberg, 1820. — Ce système avait déjà été décrit et figuré par Hunter. Voy. *Catalogue of the college of surgeons*, t. I, p. 251.

(2) *Voy.* Mueller, dans Meckel's *Archiv*, 1828. — Burdach, *Physiologie*, t. VI, p. 163. — Dugès, *Ann. des sc. nat.*, t. XV.

(3) *Consultez*, sur la circulation des annélides, Milne Edwards, *Nouv. ann. des sc. nat.*, 1838, t. X.

(4) *Entdeckung eines Blutkreislaufs*, etc. Leipsick, 1827. — *Nov. act. cur.*, t. XV, p. 2.

(1). Wagner a confirmé et
es observations de Carus sur
ation des insectes; il a vu les
ules du sang former, sur les
l'intestin et du vaisseau dor-
ıx courants veineux, proba-
sans parois vasculaires, et il
rqué aussi des globules qui
t de ces courants pour entrer
vaisseau dorsal par des fentes
que Straus avait déjà décrites
ses régions du canal. Suivant
le vaisseau dorsal du hanneton
posé de huit cavités, qui com-
ent ensemble par des valvules
lèvres, dirigées en avant, et
passer le sang d'arrière en
).

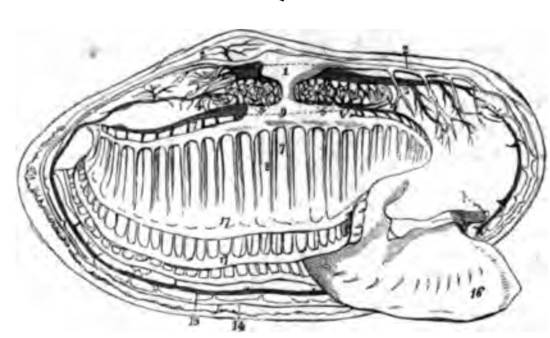


s figures 7 et 8 représentent la cir-
dans l'*Ephemera vulgata*, d'après
– Fig. 7. Circulation complète :
· ; *ab*, le vaisseau dorsal ; *bc*, sa por-
alique, qui, en *dd*, décrit les deux
ées à la base des antennes ; *e*, point
urants, après s'être recourbés sur
es, se réunissent pour retourner
domen ; *f*, le plus petit et le plus
es deux courants de retour : il dé-
airement dans les cuisses de cour.
ggg, qui, chez les larves robustes,
t jusqu'à *h* ; *i*, le plus gros des
rants de retour, le plus interne et
pproché du côté ventral, avec le-
terne se réunit en partie par des
transversales *kk*, qui, probable-
suite, reçoit les petits courants des
dales en *l*, et qui, enfin, aboutit
avec le reste du courant externe.—
Circulation dans l'abdomen, vue
ut : *a*, le cœur ; *b*, le vaisseau dor-
urant interne de retour ; *ee*, anasto-
tre les deux courants ; *ff*, origine
que des courants sanguins des soies
— Dans ces deux figures, les flè-
quent la direction du sang.
AUS, *Considérations générales sur
e des animaux articulés*. Paris,
u sujet d'une communication par-

Les crustacés simples (cloportes, daphnies) semblent, d'après Zenker et Gruithuisen, avoir, ainsi que les arachnides, une circulation non moins simple que celle des insectes. La circulation pulmonaire ou branchiale n'est point encore séparée de la circulation générale. Chez ces crustacés inférieurs et chez les arachnides pulmonaires, une partie du sang respire, dans l'organe respiratoire, pendant la circulation. Chez les insectes et les arachnides trachéennes, le sang respire dans le corps entier, attendu que les trachées se ramifient à l'infini dans toutes les parties. Les crustacés proprement dits ont un cœur tubuleux et long, comme les stomapodes et les édriophthalmes, ou un cœur court et large, comme les décapodes. Les courants veineux ramènent le sang du corps aux branchies, les veines branchiales l'envoient au cœur, et celui-ci le distribue dans tout le corps. Cette disposition a été découverte par Audouin et Milne Edwards (1); je me suis convaincu, en injectant un homard, qu'elle a réellement lieu, et je ne partage pas l'opinion de Meckel, qui regardait la membrane étendue sur le cœur comme une oreillette; je crois que c'est un sinus veineux, d'où le sang pénètre dans les fentes du cœur.

Chez les mollusques, la circulation ressemble à ce qu'elle est dans les crustacés décapodes. Les acéphales nus (ascidies, biphores) sont les seuls chez lesquels les veines branchiales se rendent immédiatement au ventricule. Chez d'autres, par exemple, la plupart des gastéropodes, le sang arrive d'abord à une oreillette, d'où il passe dans le ventricule, et les conchifères ont même deux oreillettes. Le sang veineux du corps se rend tout entier aux branchies, suivant Bojanus (2), chez la plupart des mollusques: dans les conchifères, il se rend à un organe creux et pourvu d'un conduit excréteur, que cet anatomiste regarde comme un poumon, mais que les modernes considèrent comme un rein; après quoi, la plus grande partie du liquide parvient aux branchies, tandis que le reste pénètre tout de suite dans les oreillettes (3). Treviranus dit cependant (4) que, chez les conchifères, une partie du sang des veines


Fig. 9.



ticulière entre le cœur et les ovaires, que j'ai découverte chez la plupart des insectes, mais qui paraît être étrangère à la circulation, voy. *Nov. act. nat. cur.*, t. XII, p. 2; — WAGNER, dans *Isis*, 1832, p. 320.

(1) *Ann. des sc. nat.*, t. XI, 1827, tab. 24-32.

(2) *Isis*, 1819.

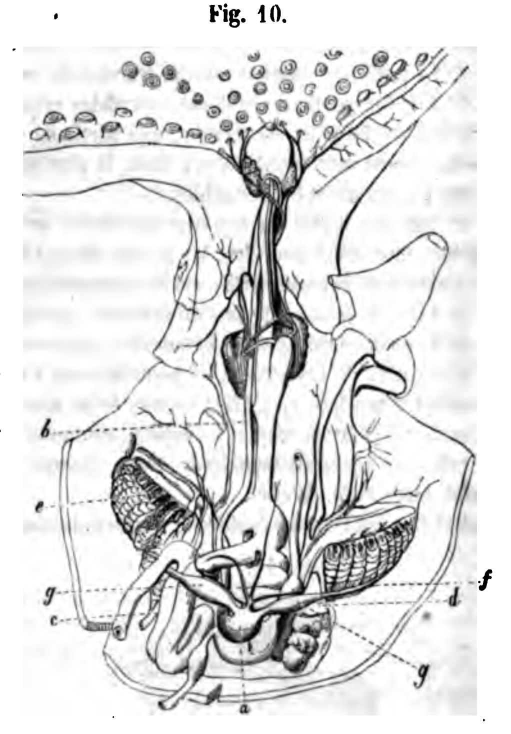
(3) La figure 9 représente la circulation de la moule d'étang, d'après Bojanus : 1, ventricule; 2, système artériel ; 3, système veineux ; 14, artère, et 15, veine, qui marchent le long du bord du manteau. Les veines conduisent le sang, en partie directement à l'organe (4) qu'on appelle rein, et en partie au sinus veineux de la surface supérieure de l'organe, auquel il se distribue ensuite : 5, veines qui ramènent une partie du sang à l'oreillette immédiatement, le reste allant au sinus (6), d'où naissent les artères branchiales (7) ; 8, veines branchiales ; 9, oreillette.

(4) *Erscheinungen und Gesetze des Lebens*, t. I, p. 227.

branchiales traverse l'organe spongieux avant de parvenir au cœur, de même que, chez les gastéropodes (*Limax* et *Helix*), une partie du sang des veines pulmonaires va gagner l'organe sécrétoire de l'acide urique (*saccus calcareus*), avant d'atteindre l'oreillette du cœur.

Dans les céphalopodes, il y a trois ventricules séparés. Le cœur aortique fournit l'aorte. Les veines du corps ramènent le sang dans deux cœurs branchiaux latéraux, d'où les artères branchiales le conduisent aux branchies, après quoi les veines branchiales le font rentrer dans le cœur aortique (1).

Fig. 10.



Dès qu'une véritable circulation apparaît dans le règne animal, toutes les modifications qu'elle peut subir dépendent du rapport qui existe entre les vaisseaux de l'appareil respiratoire (poumon ou branchie), c'est-à-dire de la petite circulation, et ceux du corps, ou de la grande circulation. Tantôt une partie seulement du sang respire, et la petite circulation n'est, pour employer l'expression de Cuvier, qu'une fraction de la grande; tantôt le sang tout entier doit parcourir la petite circulation, à travers les poumons ou les branchies, avant de se répandre dans le corps. Le premier cas est celui des crustacés inférieurs, des annélides, et peut-être des arachnides, parmi les animaux sans vertèbres, des reptiles parmi les vertébrés. Les mollusques, les crustacés proprement dits, les poissons, les oiseaux, les mammifères et l'homme appartiennent au second cas. A cet égard, les reptiles semblent être inférieurs aux poissons, même aux mollusques et aux crustacés. Mais, suivant la juste remarque de Cuvier, la respiration dans l'eau est beaucoup plus incomplète que celle dans l'air, de sorte que la demi-respiration des mollusques, des crustacés et des poissons, avec une petite circulation entière, ne diffère pas, quant au résultat, de la respiration entière des reptiles, avec une demi-petite circulation. Les gastéropodes qui respirent l'air paraissent être supérieurs aux reptiles qui respirent également l'air, en ce que tout leur sang respire, tandis qu'une partie seulement de celui des reptiles reçoit l'influence de l'air; mais,

(1) La figure 10 représente la circulation chez le poulpe, d'après le règne animal de Cuvier : *a* cœur, *b* aorte ascendante; *c* troncs veineux qui vont déboucher dans les cœurs pulmonaires; *d* cœurs pulmonaires; *e* vaisseau afférent des branchies; *f* vaisseau efférent, ou veine branchiale; *g* bulbe des vaisseaux branchio-cardiaques.

chez les mollusques, le sang ne se répand que d'une manière presque insignifiante dans le poumon, comparativement à l'abondance des vaisseaux dans celui des reptiles.

Les variétés que présente la manière dont les artères et les veines de l'appareil respiratoire naissent de la grande circulation, sont nombreuses ; la nature semble même avoir épuisé, à cet égard, toutes les combinaisons imaginables.

I. La petite circulation est une fraction de la grande :

1° Elle fait partie du système vasculaire veineux. Chez les conchifères, si la description de Bojanus est exacte, une partie de sang veineux du corps aboutit immédiatement aux ventricules ; mais la plus grande partie, avant d'atteindre ces derniers, parcourt les branchies.

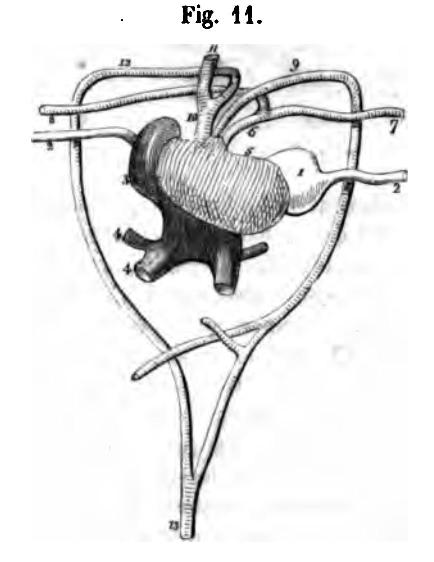
2° Elle fait partie du système vasculaire artériel. Chez les protéides, parmi les reptiles nus, ainsi que chez les grenouilles et les salamandres à l'état de larve, les arcs aortiques fournissent les artères branchiales, qui en sont les branches latérales.

3° Elle fait partie à la fois du système vasculaire artériel et du veineux.

a. Les salamandres et les grenouilles parvenues à l'état parfait ont des poumons, et n'ont plus de branchies ; les protéides ont à la fois des branchies et des poumons pendant toute leur vie. Chez les uns et les autres, les artères pulmonaires sont des branches de l'arc aortique, les veines pulmonaires aboutissent au ventricule gauche, et celles du corps au ventricule droit, comme l'ont découvert J. Davy, Martin-Saint-Ange et M. Weber.

b. Chez les reptiles écailleux, l'artère pulmonaire sort, avec les autres artères,

Fig. 11.



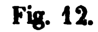
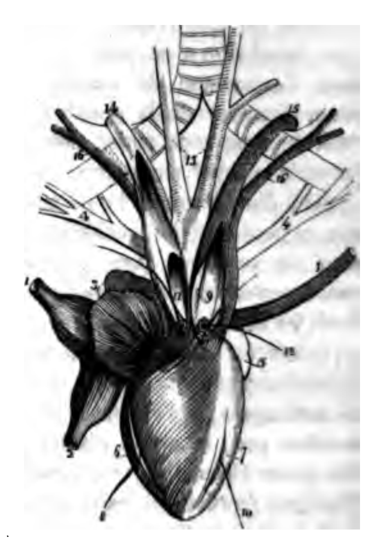


Fig. 12.



du ventricule du cœur, qui est simple, et, des deux oreillettes de ce ventricule, la gauche reçoit les veines branchiales, la droite les veines du corps (1).

(1) La figure 11 représente le cœur de la tortue, d'après Martin Saint-Ange : 1 oreillette gauche, 2,2 veines pulmonaires, 3 oreillette droite, 4,4 veines caves, 5 ventricule. Le tronc commun

II. La petite circulation est tout à fait distincte de la grande :

1° Elle naît des veines du corps et revient au cœur, chez les mollusques et les crustacés.

2° Elle naît, par les artères branchiales, du bulbe de l'aorte, et revient, par les veines branchiales, à un nouveau tronc artériel destiné au restant du corps.

Fig. 13.



C'est là le cas des poissons. Il y a une oreillette pour les veines du corps, et un ventricule (1).

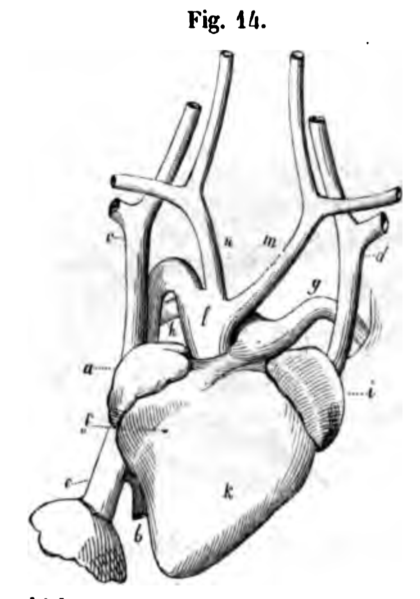
(6) des artères pulmonaires et le tronc aortique gauche (9) proviennent du côté droit du cœur. Le tronc (10) qui donne le tronc aortique droit (12) et la grande artère de la tête (11) vient du côté gauche du cœur ; 13 l'aorte.—La figure 12 représente le cœur du *Crocodilus lucius*, d'après Bischoff. Le sang veineux arrive par les veines caves supérieures (1, 1), et par la veine cave inférieure (2), à l'oreillette droite (3), d'où il passe dans le ventricule droit (6). Le sang artériel est transmis par les veines pulmonaires (4, 4), à l'oreillette gauche (5), et de là au ventricule gauche (7). La soie (8) indique la marche du sang veineux au tronc artériel (9), qui fournit les artères pulmonaires (16, 16) et l'arc aortique gauche (15). La soie (10) indique la marche du sang artériel au tronc artériel (11) d'où proviennent les artères carotides (13) et l'arc aortique droit (14). Outre l'ouverture entre les deux grands troncs artériels, à travers laquelle la soie (12) passe, il y a une branche de communication allant de l'arc aortique droit à celui du côté gauche, qui se rend aux membres postérieurs, tandis que le droit se distribue aux viscères du bas-ventre.

(1) La figure 13 représente l'appareil circulatoire des poissons osseux, d'après le *Règne animal* de Cuvier : *a* oreillette ; *b* ventricule analogue au ventricule et à l'oreillette droite des animaux à sang chaud ; *c* bulbe de l'artère pulmonaire ; *d* sinus veineux auquel aboutissent toutes les veines du corps, et qui précède l'oreillette ; *e* tronc et sinus des veines de la tête ; *ff* grands troncs des veines de tous les organes du mouvement, dont l'un est situé sous l'épine, et l'autre passe par le canal vertébral, au-dessus de la moelle épinière, et reçoit les veinules du dos et des reins ; *g* troncs des veines des organes de la digestion, du foie, des reins, de la génération et de la vessie natatoire ; *h* artère branchiale, donnant un rameau *i* à chaque arc branchial ; *k* veines branchiales, dont la réunion forme la grande artère *l*, qui envoie le sang dans toutes les parties du corps, excepté la tête et le cœur, qui le reçoivent des branches *mm*, sorties immédiatement des veines branchiales ; *n* branche dorsale de l'aorte ; *o* branche qui suit la direction de l'épine, traverse les anneaux osseux inférieurs de la queue, et donne des rameaux à tous les espaces intervertébraux, aux reins et à tous les organes du mouvement ; *p* artère brachiale, dont la naissance est cachée par les reins.

3° Elle naît du ventricule pulmonaire, et revient celui de la grande circulation.

a. Chez les céphalopodes, le cœur aortique et les deux cœurs branchiaux sont séparés l'un de l'autre et dépourvus d'oreillettes.

Fig. 14.



b. Chez les oiseaux (1), les mammifères et l'homme, il y a deux ventricules, l'un pulmonaire, l'autre aortique, munis chacun d'une oreillette ; ces deux cœurs sont réunis ensemble et ne font qu'un ; les veines pulmonaires s'abouchent dans l'oreillette du ventricule aortique, c'est-à-dire dans la gauche, et les veines du corps dans celle du ventricule pulmonaire, c'est-à-dire dans la droite.

La métamorphose de la circulation branchiale en circulation pulmonaire, qu'on a occasion d'observer dans la classe des reptiles, présente un grand intérêt au physiologiste. Le cœur des poissons a une oreillette, pour recevoir les veines du corps, et un ventricule, d'où le tronc artériel naît par un bulbe contractile. Ce tronc artériel se distribue tout entier dans les artères branchiales; les veines branchiales se joignent aux artères du corps, et forment l'aorte abdominale, à la face antérieure des vertèbres. Les reptiles nus ont, durant leur jeunesse, tant qu'ils respirent par des branchies, beaucoup d'analogie avec les poissons, eu égard à la circulation; mais, après leur métamorphose, ils ont deux ventricules, comme les reptiles écailleux (2).

Les reptiles nus comprennent :

1° Les *cécilies*, qui, je l'ai découvert, ont, dans leur jeune âge, des fentes branchiales, sans branchies;

2° Les *dérotrètes*, à fentes branchiales persistantes, sans branchies (*Amphiuma*, *Menopoma*);

(1) La figure 14 représente le cœur de la poule, d'après le *Règne animal* de Cuvier : *a* oreillette droite, recevant le sang par la veine cave inférieure *b*, la veine cave supérieure droite *c*, la veine cave supérieure gauche *d*, et la veine porte *e*, à laquelle on a laissé un lambeau du foie. La veine cave supérieure contourne l'oreillette gauche en dessous, pour venir s'ouvrir dans la droite ; *f* ventricule gauche, fournissant les artères pulmonaires *gh* ; *i*, oreille gauche ; *k*, ventricule gauche ; d'où sortent l'aorte *l* et les deux sous-clavières *mn*.

(2) Tous les reptiles nus ont deux oreillettes, séparées seulement à l'intérieur, un seul ventricule et deux condyles occipitaux. Ils sont privés d'articulation qui permette à l'atlas de tourner sur l'épistrophée, de limaçon, de fenêtre ronde, de pénis et de vraies côtes. Tous les reptiles écailleux (crocodiles, sauriens, ophidiens, chéloniens) ont deux oreillettes distinctes, même à l'extérieur, un ventricule, un seul condyle occipital, et généralement, comme les animaux supérieurs, une articulation qui permet la rotation de l'atlas sur l'épistrophée. Ils ont, en outre, un limaçon, une fenêtre ronde, de vraies côtes, un pénis prononcé, et ne subissent pas de métamorphoses.

4° Les *protéides*, à fentes branchiales persistantes, qui ont à la fois des branchies et des poumons (*Siren*, *Siredon*, *Proteus*, *Menobranchus*) ;

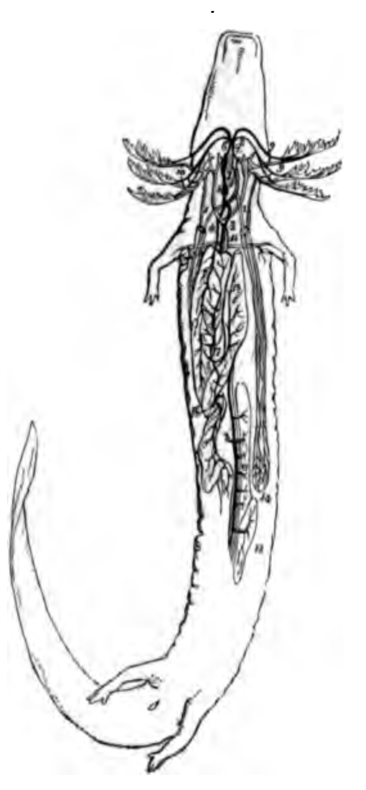
4° Les *Salamandrides* ;

5° Les *batraciens* proprement dits, grenouilles et crapauds.

Les corps et surtout la circulation des salamandres et des batraciens sont sujets aux métamorphoses les plus singulières.

Les salamandres, à l'état de larve, ont, durant la première période, des branchies et des fentes branchiales, avec une queue, sans pattes ; pendant la seconde, elles possèdent quatre pattes, outre leurs fentes branchiales, et des branches extérieures pénicillées ; elles ont aussi des rudiments de poumon. Elles ressemblent donc alors parfaitement à ce que les protéides sont pendant toute la durée de leur vie. Parvenues à l'état parfait, elles conservent leur queue ; mais leurs branchies et fentes branchiales disparaissent au moment où elles quittent l'état de larve.

Fig. 15.



Les batraciens, dans les premiers temps de leur état de larve ou de têtard, sont privés de pattes : ils ont une queue, des fentes branchiales, et des branchies extérieures en forme de pinceau. Durant la seconde période, ils perdent leurs branchies extérieures, et en acquièrent d'internes, attachées aux arcs branchiaux, mais couvertes d'une membrane qui ne laisse qu'une seule ouverture au côté gauche (grenouille) ; ils continuent d'avoir une queue et d'être privés de pattes. En subissant leur métamorphose, ils acquièrent des pattes, ils perdent leurs branchies, et leur queue disparaît en entier par résorption.

Chez les protéides (*Proteus*) (1), le tronc artériel du ventricule simple se divise sur-le-champ, de chaque côté, en plusieurs arcs aortiques correspondants aux arcs branchiaux, et qui se réunissent en arrière pour produire l'aorte abdominale. Ces arcs aortiques fournissent les artères branchiales et reçoivent les veines branchiales. Chez les larves des salamandres, le tronc artériel se résout en grande partie, comme chez le protée,

(1) La figure 15 représente la circulation dans le *Proteus anguinus*, d'après Rusconi : 1, 1 veines pulmonaires, 2 oreillette de gauche, 3 veine cave, 4 veine hépatique, 5 sinus veineux, 6 oreillette droite, 7 ventricule, 8 bulbe artériel, 9 artères branchiales, 10 veines branchiales. Entre les artères et les veines branchiales, on voit des branches de communication qui complètent les arcades ; 11 aorte descendante. Du tronc uni de la seconde et de la troisième veines branchiales, vient l'artère pulmonaire, qui se rend au poumon (14) ; 12 reins, 13 testicules, 15 estomac, 16 intestins, 17 veines portes qui se ramifient dans le foie.

entre les artères rénales, ont encore, d'après la découverte de Jacobson, des veines portes rénales, celles-ci reçoivent une partie du sang des extrémités et de la queue; ce sang regagne la veine porte hépatique et les veines portes rénales, et il passe tout entier dans ces deux ordres de vaisseaux chez quelques reptiles, tels que les grenouilles et les salamandres, tandis que, chez d'autres (crocodile), il aboutit en partie à la veine cave. Chez les poissons, tantôt le sang de la queue et de la partie moyenne du ventre se jette seulement dans les reins, ce qui est le cas des gades, par exemple; tantôt celui des parties postérieures gagne à la fois les reins, le foie et la veine cave, comme dans la carpe, le brochet et le bars (1).

CHAPITRE II.

Des phénomènes généraux de la circulation.

Le cœur de l'homme adulte, d'un moyen âge, se contracte 70 à 75 fois par minute. Ses battements sont plus nombreux pendant la jeunesse, plus rares pendant la vieillesse. On en compte, par exemple, 150 chez l'embryon (2), 140 à 130 après la naissance, 130 à 115 dans la première année, 115 à 100 dans la seconde, 100 à 90 dans la troisième, 90 à 85 dans la septième, 85 à 80 dans la quatorzième,

(1) Jacobson, dans Meckel's *Archiv*, 1817, p. 147. — Nicolai, dans *Isis*, 1826, p. 404.

(2) Guy (*Lond. med. Gaz.* 1840, april, p. 17) a fait sur la fréquence du pouls chez les deux sexes, en santé et dans un parfait repos, des recherches dont la table suivante présente les résultats :

AGES.	HOMMES.				FEMMES.			
	Maxim.	Minim.	Moyenne	Différen.	Maxim.	Minim.	Moyenne	Différen.
1 semaine	160	101	128	56	160	104	128	56
2 à 7 ans	128	72	97	56	128	70	98	58
8 à 14 ans	108	70	84	38	120	70	94	50
15 à 21 ans	108	60	76	48	124	56	82	68
22 à 28 ans	100	53	73	47	114	54	80	60
29 à 35 ans	92	56	70	36	94	62	78	32
36 à 42 ans	90	48	68	42	100	56	78	44
43 à 49 ans	96	50	70	46	106	64	77	42
50 à 56 ans	92	46	67	46	96	64	76	32
57 à 63 ans	84	56	68	28	108	60	77	48
64 à 70 ans	96	54	70	42	100	52	78	48
70 à 77 ans	94	54	67	40	104	54	81	50
78 à 84 ans	97	50	71	47	103	64	82	41

D'où il suit que la différence est très grande d'individu à individu. — Suivant Trousseau (*Journal des conn. méd. chir.* 1841, juillet), le nombre des pulsations est de 130 à 137 chez le nouveau-né de 15 jours à un mois; de 132 jusqu'à 3 mois; de 120 jusqu'à un an; de 118-125 jusqu'à 21 mois. Le sexe n'apporte aucune différence; mais il en résulte de l'état de veille ou de sommeil. Un pouls à 140 pendant la veille n'était qu'à 121 pendant le sommeil; un autre, de 128 dans le premier cas, était à 112 dans le second.—*Cons.* aussi un Mémoire de Valleix sur la fréquence du pouls chez les enfants nouveau-nés et chez les enfants de sept mois à six ans, dans le t. II des *Mémoires de la Société médicale d'observation*. Paris, 1843. (*Note du trad.*)

5 à 50 chez les vieillards. Ils sont un peu plus fréquents chez les personnes 'un tempérament sanguin que chez les sujets d'un tempérament phlegmatique, t aussi chez la femme que chez l'homme (1). Leur nombre varie beaucoup chez s animaux. On en a compté 20 à 24 chez les poissons, environ 60 chez la gre- ouille, 100 à 140 chez les oiseaux, 120 chez le lapin, 110 chez le chat, 95 chez e chien, 75 chez le mouton, 40 chez le cheval (2).

Les battements du cœur sont plus fréquents après les repas, et plus encore après es efforts (3); ils sont plus rares pendant le sommeil (4). Suivant Parrot, la fré- quence du pouls, qui était de 70 au niveau de la mer, allait à 75 à 1,000 mètres u-dessus de ce niveau, 82 à 1,500 mètres, 90 à 2,000 mètres, 95 à 2,500 mè- res, 100 à 3,000 mètres, et 110 à 4,000 mètres (5). Le pouls est beaucoup plus réquent dans les inflammations et dans les fièvres, fréquent et faible quand les orces baissent, et souvent d'une lenteur remarquable dans les affections nerveuses, ù il y a plutôt oppression qu'épuisement des forces.

Lorsqu'on met à découvert le cœur d'un mammifère ou d'un oiseau vivant, on oit que les deux ventricules se contractent ensemble, que les deux oreillettes, vec le commencement des troncs des veines pulmonaires et des veines caves, se ontractent également ensemble, et que la contraction des oreillettes n'est point sochrone à celle des ventricules. Chez les animaux à sang chaud, la contraction les oreillettes précède immédiatement celle des ventricules. Les animaux à sang roid n'ont qu'un seul ventricule, avec deux oreillettes; mais les reptiles nus ont, ainsi que la plupart des poissons (excepté les cyclostomes), une partie que les autres

(1) F. Nægele (*Die geburtshuelfliche Auscultation*. Mayence, 1838, p. 35) a trouvé, d'après ne série de 600 observations, que le nombre des battements du cœur, chez le fœtus, était, en moyenne, de 135, qu'il ne dépassait jamais 180, qu'il n'était non plus jamais au-dessous de 90, et que le nombre des battements du cœur, chez la mère, n'exerçait aucune influence à cet égard. (*Note du trad.*)

(2) *Voy*. les observations de Dubois (d'Amiens) sur la fréquence du pouls chez divers animaux, dans le *Bulletin de l'Académie royale de médecine*; Paris, 1840, t. V, p. 442.

(3) On doit à Guy des recherches au sujet de l'influence que la position du corps exerce sur le nombre des pulsations. Il a trouvé, terme moyen, 79 pulsations chez l'homme debout, 70 chez l'homme assis, 67 chez l'homme couché; 89 chez la femme debout, 82 chez la femme assise, 80 chez la femme couchée. A fréquence égale du pouls, l'influence du changement de situation est deux fois plus considérable chez l'homme que chez la femme, et près de trois fois plus chez l'adulte que pendant la jeunesse. La différence augmente avec la fréquence du pouls : ainsi, il y avait chez les hommes 9 pulsations de différence entre la station droite et le décubitus, quand le pouls était de 51 à 70, et 39 quand il était de 101 à 150; chez les femmes, une de 8 quand le pouls était de 61 à 80, et 18 quand il était de 111 à 120. L'effet du change- ment de situation est plus prononcé aussi le matin que le soir. Guy l'attribue à la différence d'intensité de contraction musculaire nécessaire pour maintenir le corps dans les diverses atti- tudes. (*Note du trad.*)

(4) Thomas Stratton, âgé de vingt-cinq ans, a fait sur lui-même des observations relativement à la fréquence du pouls le matin et soir (*Lond. med. Journ.* 1843, p. 115). Il a trouvé, comme Knox (*Edinb. med. Journ.*, vol. XI) et Guy (*ibid.* 1841, janvier), que le pouls était plus fré- quent le matin que le soir de 4 à 10 pulsations; mais ce phénomène n'était pas constant, et parfois le contraire eut lieu. Sur 7 observations, il y en eut 6 dans lesquelles on le remarqua, et 1 dans laquelle le pouls fut trouvé plus lent le matin que le soir. (*Note du trad.*)

(5) Froriep, *Notizen*, 212.—*Comp.* Nick, *Ueber die Bedingungen der Hæufigkeit des Pulses*, Tubingue, 1826.

animaux ne possèdent pas, c'est-à-dire un bulbe contractile de l'aorte. Les contractions des troncs veineux, des oreillettes, des ventricules et du bulbe de l'aorte se succèdent, chez la grenouille, dans l'ordre où ces parties viennent d'être nommées, et de telle sorte que les intervalles soient à peu près égaux entre les quatre moments; l'intervalle entre la contraction des oreillettes et celle des ventricules est le même qu'entre la contraction des ventricules et celle du bulbe. Je me suis convaincu un grand nombre de fois que les oreillettes et les ventricules n'alternent pas à des intervalles égaux, comme les oscillations d'un pendule, ainsi que le prétend Oesterreicher (1), mais que le temps qui s'écoule depuis la contraction des oreillettes jusqu'à celle des ventricules est plus court que celui qui sépare la contraction des ventricules de celle des oreillettes, et qu'en général la contraction du bulbe de l'aorte et des troncs veineux s'opère durant ce dernier intervalle. J'ai quelquefois vu, chez les animaux à sang chaud, la contraction des oreillettes manquer pendant quelques moments, ce qu'il faut mettre sur le compte de la lésion nécessitée par l'expérience; mais, d'ailleurs, elle précède toujours immédiatement celle des ventricules, tandis qu'entre cette dernière et une nouvelle contraction des oreillettes il s'écoule constamment un laps de temps beaucoup plus long.

La contraction, ou *systole* du cœur, est seule un état actif; la dilatation, ou *diastole*, est un moment de repos pendant lequel les fibres se relâchent, de sorte que les cavités du cœur attirent, grâce à la disposition des valvules dans le vide qui résulte de là, le sang le plus rapproché d'elles. Les cavités du cœur sont donc, durant la diastole, remplies de sang, qui les distend. L'ampliation active du cœur, admise par Bichat et quelques autres physiologistes français, est réfutée par une bonne expérience d'Oesterreicher (2). Si, après avoir excisé le cœur d'une grenouille, on pose sur cet organe un corps assez pesant pour l'aplatir, et cependant assez petit pour permettre de l'observer, on voit que ce corps n'est soulevé que pendant la contraction du cœur, et que celui-ci demeure plat pendant la diastole. Il suit de là que la dilatation du cœur qui succède à la contraction n'est point un acte musculaire de l'organe. Cependant les parois du cœur ne peuvent pas être aussi flasques pendant la diastole qu'elles le sont après que l'organe a été séparé du corps, alors même que la cavité ne serait pas remplie de sang, parce que les vaisseaux capillaires de la substance cardiaque regorgent de sang pendant la diastole, au lieu que, durant la systole, ils sont comprimés et doivent contenir moins de sang.

Les mouvements des ventricules pousseraient le sang aussi bien dans les oreillettes et les veines que dans les artères, s'il n'y avait pas des valvules qui, par leur structure et leur mode d'attache, obligent ce liquide à ne suivre qu'une certaine direction, soit à son entrée, soit à sa sortie. Les oreillettes peuvent sans doute, en se contractant, faire refluer aussi le sang dans les veines, si le courant veineux qui se dirige vers le cœur n'y met pas obstacle; mais le passage du sang de l'oreillette dans le ventricule est libre, car la valvule qui garnit l'orifice auriculo-ventriculaire se trouve fixée de manière qu'elle permet au liquide de couler librement dans le ventricule; tandis que, quand celui-ci vient à se contracter, elle s'étale

(1) *Lehre vom Kreislauf des Blutes*. Nuremberg, 1826.
(2) *Loc. cit*, p. 33.

[illegible] Les [illegible]

la contraction des ventricules. Ce mouvement coïncide avec une torsion de l'organe sur lui-même, que Haller, Greeves et Kuerschner (1) ont observée; la pointe du cœur se tourne à droite pendant la systole, et revient à gauche pendant la diastole (2).

Il faut distinguer, des battements du cœur qui sont perceptibles au toucher et quelquefois à la vue, deux bruits que l'on entend lorsqu'on applique l'oreille sur la région cardiaque, ou qu'on se sert d'un stéthoscope. On peut aussi, comme je m'en suis assuré, les entendre sur soi-même pendant la nuit, quand on est couché sur le côté gauche. Ces bruits se succèdent rapidement à chaque battement du cœur sensible au toucher, et, comme les battements eux-mêmes, ils laissent une pause entre eux. Je trouve que l'intervalle entre les deux bruits est de 1 à 3, comparé à la pause, c'est-à-dire qu'il embrasse un quart environ du temps compris entre deux battements du cœur, ou à peu près un cinquième de seconde (douze tierces). Je trouve aussi, d'après un grand nombre d'observations continuées avec persévérance, que le premier bruit est isochrone au battement du cœur appréciable par le toucher, et presque isochrone aussi au pouls de l'artère maxillaire externe, qui n'a lieu que deux tierces après le battement du cœur. Chez une femme en santé, je ne l'ai entendu bien distinctement qu'à l'endroit où le battement du cœur se faisait sentir, tandis que le second s'étendait dans presque toute la poitrine, jusqu'aux clavicules. Chez les femmes enceintes, on entend, à travers les parois abdominales, les deux bruits du battement du cœur du fœtus.

Laënnec attribuait le premier de ces bruits à la contraction des ventricules, et le second à celle des oreillettes. C'était sans nul doute une erreur, puisque la contraction des oreillettes précède immédiatement celle des ventricules. D'autres ont fait dépendre le premier de la contraction des oreillettes, et le second de celle des ventricules. Mais le pouls des artères est isochrone aux battements du cœur, ou y succède de très près (deux tierces), tandis qu'entre le premier bruit d'une part, et le second, d'autre part, ainsi que le battement du cœur, il y a un intervalle de douze tierces, c'est-à-dire le quart du temps qui s'écoule entre deux battements du cœur. Le second bruit ne peut donc pas provenir de la contraction des ventricules.

D'après Magendie (3), les bruits cessent aussitôt quand on ouvre la poitrine d'un animal, et reparaissent lorsqu'on applique sur le cœur un corps dur contre lequel il puisse battre. Suivant lui, le premier dépend de la contraction des ventricules, et tient au choc de la pointe du cœur, tandis que le second est occasionné par la secousse que le cœur imprime aux parois de la poitrine lorsqu'il se dilate. Dans les expériences qui ont été faites par la section médicale de l'Association de Dublin (4), on a reconnu qu'un stéthoscope appliqué sur le cœur peut faire en-

(1) MUELLER's *Archiv*, 1841, p. 103.

(2) Cette torsion a été vue aussi par Cruveilhier (*Gazette médicale*, 1842, n° 32) sur un enfant qui vint au monde atteint d'ectopie du cœur, et qui vécut onze heures. Cruveilhier constata qu'il n'y a pas de temps de repos dans l'action du cœur, que la systole et la diastole se succèdent sans interruption, et que, pendant la systole des ventricules, le sommet de l'organe décrit un mouvement de spirale de droite à gauche et d'avant en arrière, qui est la cause de ses battements. (*Note du trad.*)

(3) *Ann. des sc. nat.*, 1834.

(4) *Voy.* sur les expériences de Hope et Williams, *Lond. med. gazette*, octobre 1836, p. 774.

ıdre les deux bruits, alors même que, par l'ablation du sternum et des côtes, : organe bat sans pouvoir toucher aucune partie de la paroi thoracique. Chez un e, sur lequel on avait entendu ainsi les deux bruits, on introduisit une mince ;uille recourbée dans l'aorte, et une autre dans l'artère pulmonaire; on les ussa jusqu'au-dessous de l'insertion des valvules semi-lunaires, puis on les en- ıça dans leurs vaisseaux respectifs, à environ un demi-pouce au-dessus, de ma- ère que, dans chacun de ceux-ci, une valvule se trouvât comprise entre l'aiguille la paroi, et, par conséquent ne pût pas s'abaisser : quand alors on appliqua le ·thoscope sur les vaisseaux, on trouva que le second bruit avait cessé. D'après s expériences, il semble qu'on doive se ranger à l'opinion de Williams; et que premier bruit doive être attribué à la contraction de la substance musculaire s ventricules, le second à la tension des valvules par les colonnes du sang de orte et de l'artère pulmonaire, quoique ces bruits doivent être rendus plus sen- ›les par le choc de la pointe du cœur contre les parois thoraciques dans la sys- le, et par celui de la paroi antérieure de l'organe contre les mêmes parois, dans diastole (1).

Passons maintenant à la description de la grande et de la petite circulation. On ıpelle *grande circulation* celle dans laquelle le sang, parti de la moitié gauche du eur, parcourt les artères du corps, et revient par les veines de celui-ci à la moitié oite du cœur. La *petite circulation* est celle dans laquelle le sang part de la moitié oite du cœur, arrive aux poumons, en suivant les ramifications de l'artère pul- onaire, et revient à la moitié gauche du cœur par les veines pulmonaires. Il n'y donc point en réalité deux circulations, mais une seule, qui se partage en deux ctions, dans chacune desquelles le sang traverse les capillaires pour passer des tères dans les veines.

Petite circulation.

Le sang noir de la veine cave inférieure, de la veine cave supérieure et de la ande veine cardiaque afflue au ventricule droit dans la même proportion que le ntricule gauche chasse du sang rouge à travers les artères du corps. Le liquide ıntenu dans ces veines subit un léger temps d'arrêt pendant la contraction de ›reillette; mais, quand celle-ci se relâche, il se précipite des veines dans son inté- ›ur, et même un peu déjà, quand elle est tout à fait relâchée, dans le ventricule oit. J'ai souvent vu, en pratiquant des vivisections, deux contractions de l'oreil- :te pour une du ventricule, et quelquefois aussi la contraction des oreillettes man- ıer ; mais ces deux cas paraissent être une anomalie. La contraction des oreillettes ›usse le sang vers l'ouverture, qui alors n'est point bouchée : il ne reflue pas dans s veines, attendu que le courant vers le cœur continue par l'effet de la force

(1) Cruveilhier a reconnu, chez l'enfant atteint d'ectopie du cœur dont nous avons parlé écédemment (p. 140), que les bruits s'entendaient, quoiqu'avec peine, ce qui prouve qu'ils ne oviennent pas d'un choc contre les parois de la poitrine, qui doit cependant les renforcer. Il a ınstaté que le point où on les entend le mieux est la base des ventricules, à l'origine de l'aorte. · *Cons.* Bouillaud, *Traité clin. des mal. du cœur*. Paris, 1841, 2ᵉ édit., t. I, p. 123, où l'on ouve une discussion très lucide des diverses opinions qui ont été émises à ce sujet. — *V.* aussi ›oda, *Abhandlung ueber Perkussion und Auskultation*. Vienne, 1839, p. 135-194.
(*Note du trad.*)

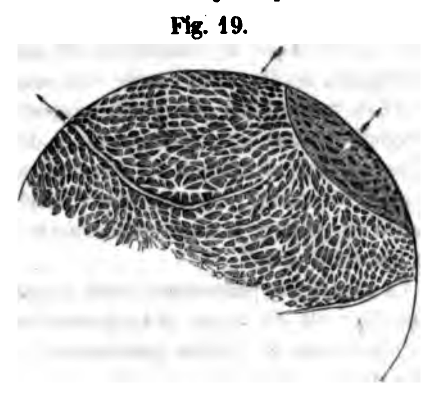
a tergo, et que la valvule de la veine cardiaque est abaissée par la pression que le liquide exerce dans l'oreillette. Il coule donc, pendant la contraction de cette dernière, dans le ventricule droit dilaté, qui par là arrive au maximum de réplétion. Au moment où l'oreillette droite se redilate pour recevoir de nouveau le sang des veines, le ventricule droit se contracte ; et, comme la valvule tricuspide se trouve tendue, par la pression qu'il exerce, au devant de l'orifice auriculo-ventriculaire, le sang est obligé de passer entre les valvules semi-lunaires de l'orifice artériel, qui s'écartent pour le laisser pénétrer dans l'artère pulmonaire. De cette manière, le sang veineux qui revient du corps arrive, par l'action du ventricule droit, dans la voie qui lui est ouverte à travers les poumons. Cependant chaque contraction de l'oreillette ne pousse pas dans le ventricule la totalité du sang que cette cavité contenait, et il y en a une partie qui reflue dans la veine cave, tant supérieure qu'inférieure. En tout cas, cette contraction interrompt l'afflux du sang des troncs veineux vers le cœur, qui sans elle devrait être continuel, puisque le sang veineux est incessamment poussé par la colonne sanguine du ventricule gauche dans les artères, les vaisseaux capillaires et les veines. En pratiquant une vivisection, on voit les grosses veines se tuméfier à chaque contraction de l'oreillette, et j'ai reconnu, chez les larves de salamandre, que le sang avance par saccades seulement dans la veine cave inférieure et les veines hépatiques. Ce reflux ou plutôt cette rétention rhythmique du sang dans les principaux troncs veineux, doit être augmentée quand un obstacle quelconque empêche le sang de passer en totalité dans l'artère pulmonaire, soit que celle-ci ait éprouvé une altération de tissu, ou que les valvules semi-lunaires soient ossifiées, ou enfin qu'il y ait, dans les poumons, une entrave quelconque au mouvement du sang. On le désigne sous le nom de *pouls veineux*. Il ne peut pas se propager très loin, parce que les veines cèdent avec trop de facilité, et qu'il n'y a que la portion du système veineux la plus voisine du cœur qui soit affectée par lui.

Le sang, une fois qu'il est parvenu dans l'artère pulmonaire, ne peut plus refluer pendant la diastole du ventricule, parce que la colonne sanguine abaisse les valvules semi-lunaires de l'orifice artériel. Le mouvement de ce liquide du ventricule droit au ventricule gauche, en traversant les poumons, n'est point une véritable circulation, malgré le nom de petite circulation qu'on lui donne ; car, après avoir achevé sa carrière, le sang ne revient point à l'endroit d'où il est parti ; ce n'est qu'une fraction de la circulation entière, et l'on ferait mieux de l'appeler flux à travers les poumons, par opposition au flux à travers le reste du corps, puisqu'il n'y a que ces deux flux réunis qui constituent ensemble une circulation entière. Le sang veineux, sans cesse poussé par de nouvelles masses de sang qu'envoie le ventricule droit, passe des branches de l'artère pulmonaire dans les vaisseaux capillaires du poumon, et devient vermeil ou artériel pendant son passage à travers ces derniers, d'où il coule dans les veines pulmonaires, qui l'amènent au ventricule gauche. Les vaisseaux capillaires du poumon sont, comme partout, des réseaux servant de transition entre les dernières ramifications des artères et celles des veines ; mais ici les mailles sont extrêmement serrées. Tous ces réseaux capillaires sont contenus et étalés dans la membrane délicate qui forme les cellules pulmonaires par lesquelles se termine la trachée-artère, et qui est la continuation de la membrane muqueuse de celle-ci. Comme cette membrane forme un tout continu de

cellule en cellule, il faut se représenter l'intérieur du poumon, abstraction faite des bronches, des artères et des veines, comme une surface immense réalisée dans un petit espace et parsemée de réseaux capillaires, en sorte que l'acte de la respiration est le résultat du contact de l'air amené par la trachée-artère, et qui touche les parois des cellules, avec le sang, dont les molécules sont amenées à la dissémination la plus grande dans les vaisseaux capillaires des mêmes parois.

Chez les reptiles nus, les poumons ne forment encore que de simples sacs garnis intérieurement de saillies. Les branchies, seconde espèce d'organe respiratoire, ne sont non plus qu'un moyen de produire un grand accroissement de surface dans un petit espace ; mais, dans les branchies, l'accroissement de la surface respirante a lieu par des saillies extérieures, tandis que, dans les poumons, il résulte de replis utriculiformes ou intérieurs. Le sang des artères branchiales s'étale sur une surface immense au moyen des réseaux capillaires de tous les feuillets branchiaux, dont chacun a sa petite artère, qui se replie à l'extrémité pour devenir une veine, tandis que de nombreuses anastomoses transversales capillaires ont lieu entre les deux ordres de vaisseaux sur la largeur des feuillets. Chez les grenouilles et les salamandres, on peut observer au microscope le mouvement du sang à travers les vaisseaux capillaires des poumons qui ressemblent à des sacs (1). Les interstices des courants sont de petites îles disposées avec beaucoup de régularité, d'après mes observations, et dont l'étendue dépasse à peine le diamètre des courants eux-mêmes. Le mouvement du sang est encore plus facile à voir dans les vaisseaux capillaires des branchies, chez les larves des salamandres (2). Les observations les plus exactes que nous possédions sur la circulation dans les poumons des salamandres, des grenouilles et des crapauds, sont celle de Marshall Hall (3). Les branches des artères et des veines pulmonaires marchent ici toujours parallèlement les unes aux autres, de sorte qu'il y a une branche veineuse dans l'angle formé par deux branches veineuses. Les branches artérielles et les branches veineuses sont distribuées de telle manière sur les cloisons qui se projettent dans l'intérieur des poumons, que les veineuses marchent au bord interne de ces cloisons. Les dernières branches des artères et des veines se terminent brusquement dans un réseau intermédiaire de vaisseaux capillaires, tandis que, dans tous les autres organes, les petits vaisseaux

Fig. 19.



(1) *Voy.* les figures de Cowper, *Phil. trans. abridged*, vol. V, p. 331.—Prevost et Dumas, dans Magendie, *Précis élément. de physiologie*, t. II.

(2) Rusconi, *Della circolazione delle larve della salam. aquat.* Paris, 1817.—*Amours des salamandres.* Milan, 1821.—Steinbuch, *Analekten fuer Naturkunde.* Furth, 1802.

(3) *A critical and experimental essay on the circulation of the blood.* Londres, 1831, pl. 5-8.—La figure 19, tirée de Marshall Hall, représente la circulation dans les poumons du crapaud. Les flèches indiquent la direction du sang.

continuent toujours de se diviser, et ne passent au réseau capillaire que par une dégradation insensible. De cette manière, les dernières ramifications des artères et des veines sont partout percées comme des cribles, afin de fournir ou de recevoir le sang des vaisseaux capillaires. Les figures données par Marshall Hall sont fort exactes, et présentent un haut degré d'intérêt, surtout la planche 8.

La destruction des réseaux capillaires des cellules pulmonaires et celle de ces cellules elles-mêmes par l'inflammation, la suppuration ou des dégénérescences, amènent deux conséquences fort importantes: d'abord le rapetissement de la surface respirante, ce qui peut entraîner une formation imparfaite du sang et, par suite, le marasme; ensuite la diminution et l'oblitération partielle de la carrière que le sang doit parcourir pour passer du cœur droit dans le cœur gauche, et de là dans le reste du corps. Chez les animaux à sang chaud, où la totalité du sang doit traverser les réseaux capillaires du poumon pour arriver dans la grande circulation, la moindre diminution de ces réseaux ne peut manquer de mettre obstacle à la circulation générale: aussi des efforts du cœur, une prédisposition aux congestions pulmonaires et à la péripneumonie, les mouvements fébriles, sont-ils des symptômes ordinaires chez les personnes qui ont les poumons malades. Tout autre organe peut être entièrement détruit sans que la circulation soit gênée ailleurs; mais la destruction des poumons entraîne un trouble général de cette fonction, d'où il suit que ceux qui ont ces organes atteints de maladie, doivent éviter tout ce qui pourrait occasionner encore plus de désordre et d'excitation dans la circulation. On explique aussi par là pourquoi des lésions considérables d'autres parties du corps, pourvu qu'elles ne soient pas accompagnées d'une déperdition continuelle de sucs, ne provoquent pas toujours la fièvre, tandis qu'à celles du poumon se joint si fréquemment la fièvre hectique. Les désorganisations qui ont lieu dans d'autres parties ne suscitent guère que des obstacles locaux à la circulation, par exemple des congestions de sang, et des excrétions de sérosité dans les hydropisies locales, dans l'ascite survenue après la désorganisation du foie, etc., mode de terminaison plus rare, proportion gardée, dans les désorganisations du poumon. Quand les capillaires de ce dernier organe sont obstrués par des substances étrangères qui ont été introduites dans les voies circulatoires, comme de l'huile, du mucus, du mercure à l'état métallique, du charbon pulvérisé, du soufre en poudre, la mort est inévitable, et elle arrive très rapidement, ainsi que l'a montré Gaspard.

La circulation pulmonaire serait complétement isolée de celle qui s'accomplit dans le reste du corps, si les artères bronchiques ne communiquaient pas avec les ramuscules de l'artère pulmonaire. Ces anastomoses deviennent plus développées dans les rétrécissements de l'artère pulmonaire et de ses branches.

Grande circulation.

Le sang, devenu artériel ou vermeil, passe des veines pulmonaires dans l'oreillette gauche; à ce moment commence la grande circulation, ou, pour parler plus exactement, le trajet qu'il décrit dans le corps entier, les poumons exceptés, trajet durant lequel il parcourt les artères, pénètre dans les vaisseaux capillaires de

corps, y devient veineux ou noir, et entre enfin dans les veines, pour être ramené au cœur droit. Lorsque l'oreillette gauche se dilate, ce qu'elle fait simultanément avec celle du côté droit, le sang se précipite dans son intérieur, et en partie même jusque dans le ventricule gauche, aussitôt que celui-ci se relâche. La contraction de l'oreillette le pousse dans le ventricule dilaté, qui s'en remplit jusqu'au maximum. Pendant la contraction du ventricule gauche, qui a lieu ensuite, la valvule mitrale s'applique à l'orifice auriculo-ventriculaire, et le sang, franchissant l'intervalle des valvules semi-lunaires de l'orifice artériel, pénètre dans l'aorte, qui ne le laisse pas refluer, parce que la colonne qu'il y forme abaisse les valvules. La force avec laquelle le ventricule gauche se contracte est beaucoup plus grande que celle du ventricule droit, et l'on sait que les parois du premier sont, chez l'adulte, près de trois fois aussi épaisses que celles du second. Le ventricule gauche avait besoin d'être plus fort, parce que le trajet que le sang doit parcourir dans le corps est plus long que celui qu'il franchit dans le poumon, et que ce liquide rencontre une résistance incomparablement plus grande, par l'effet du frottement, dans les vaisseaux capillaires de tous les organes.

Le sang contenu dans l'aorte, poussé par une nouvelle ondée de liquide à chaque battement de cœur, se répand dans tout le corps, à l'exception des poumons, et traverse les vaisseaux capillaires pour arriver dans les veines.

Lorsqu'on fait des efforts, le mouvement du sang à travers les capillaires doit être suspendu dans une grande partie du corps, par la compression qui résulte des contractions répétées d'un grand nombre de muscles. Plus l'interruption de la circulation, par l'effet de cette cause, a d'étendue, plus elle ressemble à celle qu'un léger obstacle suffit déjà pour déterminer dans les poumons ; aussi voit-on survenir les mêmes phénomènes : la colonne de sang contenue dans les artères résiste plus que de coutume à la force impulsive du cœur, le liquide ne circule plus avec liberté ni avec assez de promptitude dans les poumons, et il s'accumule, de sorte qu'il n'y en a plus assez qui respire dans un laps de temps donné : c'est ce qui explique la difficulté de respirer qu'on éprouve quand on se livre à un exercice violent, et qui est attribuée, avec moins de fondement, au plus grand besoin de respirer auquel donnerait lieu un mouvement musculaire fort actif.

Avant de se continuer avec les réseaux capillaires, les artérioles contractent ensemble, dans chaque organe, de nombreuses anastomoses, qu'il est facile de constater dans toute membrane dont les vaisseaux ont été remplis d'une injection ténue, et sur beaucoup de points une même partie reçoit des artères de régions très diverses du système vasculaire. Ainsi des branches de la carotide interne et de la vertébrale se rendent au cerveau. Chacun connaît les anastomoses entre l'artère épigastrique, les intercostales, les mammaires, etc. Ce phénomène se reproduit partout, et, comme le système capillaire ne fait qu'un tout continu, puisque toutes les parties tiennent les unes aux autres, tous les vaisseaux afférents et efférents du corps se trouvent communiquer les uns avec les autres dans ce système, de sorte que, quand le vaisseau afférent ordinaire d'une partie vient à être obstrué, un autre le remplace aisément. Les vaisseaux capillaires du corps entier, les anastomoses des vaisseaux afférents forment ainsi un réseau non interrompu, qui reçoit du sang d'artères innombrables, et dans lequel ce liquide pénètre par diverses voies, tantôt directement, tantôt indirectement. Il peut donc, sans que de nou-

veaux vaisseaux prennent naissance, et par une simple ampliation des con cations existantes, se former des voies nouvelles d'afflux, quand celles qui d'ordinaire sont obstruées, et l'on se rend ainsi raison du phénomène de la lation collatérale, ou du rétablissement de la circulation dans une parti l'oblitération du gros tronc vasculaire. Une multitude de ramifications an tiques s'agrandissent d'abord; puis peu à peu il se reproduit des tron volumineux que les autres. On peut même, chez les animaux, lier l'aort minale sans que la mort s'ensuive toujours, tandis que dans les seuls cas o ration a été jusqu'ici pratiquée chez l'homme, les individus ont succombé tous les autres troncs artériels accessibles à nos instruments ont pu être li succès, lorsque la nécessité l'exigeait. Il y a même des faits qui prouven quand l'oblitération s'accomplit peu à peu, celle de l'aorte, par exemple, derrière l'origine des artères destinées aux parties supérieures du corps, une circulation collatérale peut encore s'établir; de sorte qu'au moyen de l'ampliation des anastomoses de l'artère mammaire interne et de l'intercostale supérieure avec les intercostales inférieures, le sang arrive, par un détour, dans la portion de l'aorte située au-dessous du point oblitéré. On peut voir, à ce sujet, le cas qui a été observé par A. Meckel (1). Dans un autre analogue, que Reynaud a décrit (2), les principales communications entre la sous-clavière de chaque côté et la portion de l'aorte

Fig. 21.

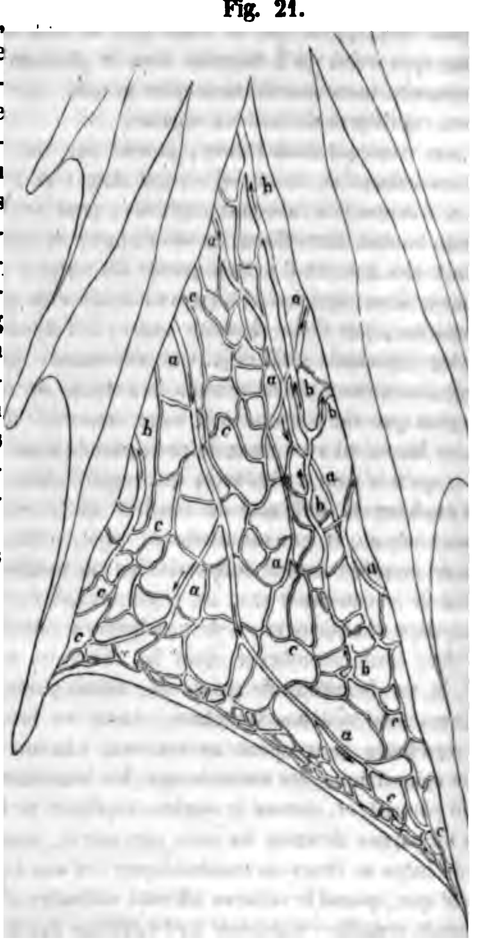
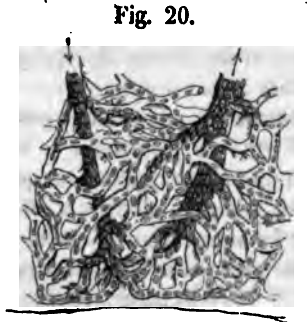


Fig. 20.



(1) Meckel's *Archiv*, 1827, tab. 5.

(2) *Journal hebdomadaire de médecine*, Paris 1829, t. I.

uée au-dessous de l'obturation, se sont opérées par des anastomoses de la rvicale profonde, de la transver se cervicale et de la première intercostale avec intercostales, de même qu'entre la sous-clavière et la crurale par l'anastomose recte de la mammaire interne et de l'épigastrique.

Le sang contenu dans les artères, poussé par les ondées de liquide que lance à haque instant le ventricule gauche, suit le trajet marqué par les vaisseaux, et, raversant les réseaux capillaires, parvient des artères les plus petites dans les veinules les plus ténues, pour se réunir ensuite dans de grosses veines et revenir au œur droit. On suit aisément ce trajet au microscope dans beaucoup de parties ransparentes; de sorte que c'est là un fait d'observation directe, et non uniquement une conclusion logique tirée de la manière dont le sang se meut dans les artères et les veines.

On peut, à cette fin, se servir de la membrane tendue entre les doigts des grenouilles (1), de la queue des jeunes poissons et des larves de salamandre, de grenouille ou de crapaud, du mésentère de tous les vertébrés, de l'aile des chauves-souris, du blastoderme de l'œuf des animaux ovipares (2).

On voit distinctement les corpuscules du sang passer des plus petites ramifications artérielles dans des réseaux vasculaires dont le calibre ne va plus en diminuant, et, de ces réseaux, dans les commencements des veines, qui produisent des troncs et augmentent peu à peu de volume. Dans les capillaires les plus déliés, ils coulent à la suite les uns des autres, souvent avec des interruptions; lorsqu'ils s'avancent ainsi un à un, ils sont presque incolores; mais, quand ils sont réunis plusieurs ensemble, ils paraissent jaunes, et, si leur nombre devient plus considérable, ils affectent une couleur jaune, rougeâtre ou rouge. Chez les animaux qui ont encore de la vigueur, ils coulent d'une manière continue, sans saccades; mais, si l'animal est faible et le mouvement ralenti, celui-ci paraît saccadé, et les globules, quoique continuant toujours de passer, le font d'une manière brusque et avec plus de rapidité; si l'animal est plus faible encore, les globules n'avancent qu'au moment des battements du cœur, après quoi ils rétrogradent un peu. Lorsque plusieurs petits courants artériels se rencontrent dans une anastomose, il y en a toujours un qui l'emporte en force sur les autres, et qui seul traverse l'anasto-

(1) La figure 20 représente, d'après Thomson, les capillaires de la membrane natatoire d'une grenouille. La figure 21 représente plus exactement les mêmes, d'après Poiseuille. Dans cette dernière, le grossissement est de 25 à 30 diamètres, et on n'a pas mis de globules dans les vaisseaux, afin de ne point surcharger la figure. *a* artères, *b* veines, *c* îles de tissu. Dans les deux figures, les flèches indiquent la direction du sang.

(2) *Voy.* les figures des capillaires sanguins de l'*area vasculosa* de l'œuf, dans PANDER, *Entwickelungsgeschichte des Huenchens im Ei.* Wurzbourg, 1818; chez les jeunes poissons, dans DOELLINGER, *Denkschriften der Akademie der Wissenschaften zu Muenchen*, vol. VII; de la membrane natatoire des grenouilles, dans SCHULTZ, *Der Lebensprozess im Blute.* Berlin, 1822; et MARSHALL HALL, *Essay on circulation*, tab. 3; de diverses parties de grenouille et de salamandre, dans KALTENBRUNNER, *Exp. circa statum sang. et vas. in inflammatione.* Munich, 1826; le mésentère des grenouilles, dans REICHEL, *De sanguine ejusque motu.* Leipsick, 1767; MARSHALL HALL, *loc. cit.*, tab. 4; de la queue de la perche, dans MARSHALL HALL, *loc. cit.*, tab. I; d'embryons et de larves de poissons, de grenouilles et de salamandres, dans BAUMGAERTNER, *Ueber Nerven und Blut.* Fribourg, 1830. SCHULTZ, *System der Circulation.* Stuttgart, 1836; de la langue des grenouilles, dans DONNÉ, *Cours de microscopie*, Paris, 1844, p. 108, pl. VI, fig. 24 et 25.

mose, pour mêler son sang à celui des autres courants. C'est ainsi que les petits courants se rassemblent et se divisent ainsi dans les réseaux les plus déliés, jusqu'à ce qu'enfin tout le sang soit réuni dans les commencements des veines. Quelquefois un petit courant change de direction lorsqu'un autre acquiert plus de force, ce qui dépend de la pression exercée sur les parties de l'animal. Tous les globules passent des artères dans les veines, et jamais il n'arrive à aucun d'eux de s'arrêter en chemin, ni de s'unir à la substance organique.

Pendant son passage à travers les vaisseaux capillaires, le sang devient d'un rouge foncé, ou, comme on dit, noir. Sa marche dans les veines est uniforme, et non saccadée. Celles des veines qui sont exposées à la pression des muscles ont des valvules qui empêchent le sang de refluer vers les capillaires, ce qui fait que la pression sur les vaisseaux veineux, loin d'arrêter le mouvement, favorise au contraire la progression du sang vers le cœur. Les valvules n'existent pas dans les veines des organes qui sont abrités dans des cavités. Mayer en a découvert d'incomplètes dans les veines pulmonaires. E.-H. Weber en a observé dans la veine porte du cheval, qui manquent chez l'homme.

Circulation de la veine porte.

Les veines qui se réunissent pour former la veine porte conduisent le sang des parties d'où elles-mêmes proviennent dans le système capillaire du foie, auquel aboutit aussi celui des artères hépatiques. De là résulte que le sang de la rate, du canal intestinal, de l'estomac, du pancréas et du mésentère, ne parvient pas directement à la veine cave inférieure, mais fait un détour pour y arriver. Retzius a cependant découvert, chez l'homme, quelques petites anastomoses entre les veines de l'intestin et des branches de la veine cave. Lorsqu'il poussait dans la veine cave et la veine porte des injections froides très ténues et de couleur différente, il trouvait le mésocôlon entier et le côté gauche du côlon remplis des deux injections, et voyait les vaisseaux ainsi injectés de deux couleurs différentes former ensemble des anastomoses sur plusieurs points. Les veines du côlon et du mésocôlon qui appartenaient au système de la veine cave, se rendaient à la veine rénale gauche, et occupaient la couche extérieure, tandis que celles qui appartenaient à la veine porte étaient, pour la plupart, plus rapprochées de la membrane muqueuse. La surface extérieure du duodénum avait aussi reçu l'injection de la veine cave. Breschet a rempli la petite veine mésentérique par des branches de la veine cave inférieure, et Schlemm a trouvé près de l'anus des anastomoses entre la petite veine mésentérique et des ramifications de la veine cave inférieure, fait qui prouve que les applications de sangsues peuvent être faites utilement à l'anus dans les cas de congestion sanguine et même peut-être dans les inflammations du canal intestinal (1).

(1) M. Cl. Bernard (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 3 juin 1850) a décrit une forme d'anastomose des vaisseaux sanguins qui jusqu'alors ne se trouve mentionnée par aucun anatomiste. Ces communications vasculaires, qu'on pourrait appeler *anastomoses par abouchement*, se réalisent par le moyen de rameaux qui viennent s'ouvrir directement, par des bouches béantes, dans des troncs vasculaires volumineux. Il prend pour type de sa description les vaisseaux du foie du cheval et du mouton. Chez ces animaux, ce mode d'anastomoses est très manifeste entre

Le sang de la veine porte chez les vertébrés et celui des veines rénales afférentes chez les poissons et les reptiles, doivent vaincre, pour revenir au cœur, un ...ond obstacle, qui tient à la résistance d'un autre système capillaire situé sur son ...jet. On peut, chez les larves de salamandre, contempler la circulation dans le ...e à l'aide d'un microscope simple éclairé par le haut (1). On n'aperçoit pas de ...férence, quant à la couleur, entre le sang de la veine cave, celui de la veine ...te et celui des veines hépatiques.

Vitesse de la circulation.

Après avoir donné cette description générale de la circulation, il faut en étudier ...itesse, et rechercher combien de temps le sang met à parcourir le circuit en...r. On ne peut pas, de la vitesse du sang qui coule hors des vaisseaux, conclure ...elle est celle qui l'anime dans ces derniers : son écoulement a lieu alors sous ...nfluence de la pression entière à laquelle il est soumis dans les vaisseaux. Dans ...ıx-ci, au contraire, chaque nouvelle ondée de sang ne peut avancer que par la ...pulsion du reste de la masse, et il faut vaincre la résistance que le frottement ...pose dans les vaisseaux d'un moindre calibre.

Nous avons de Hering des recherches curieuses sur le temps durant lequel s'ac-

...veine porte et la veine cave, et il a pour effet d'établir des communications directes entre le ...tème veineux abdominal de la veine porte et le système veineux général. En effet, quand on ...t dans le tissu hépatique la veine porte, on voit qu'elle se divise à la manière d'une artère en ...neaux de plus en plus petits qui communiquent avec les veines sus-hépatiques et avec la veine ...e inférieure de deux façons : tantôt par un système capillaire, tantôt, au contraire, en s'a...uchant directement dans le tronc de la veine cave ou des veines sus-hépatiques. Cette dispo...on est très manifeste et se voit très bien à l'œil nu sur un certain nombre de branches qui se ...achent de la veine porte aussitôt que ce tronc vasculaire a pénétré dans le foie. Ces branches ...culaires, qui se dirigent transversalement de gauche à droite et de bas en haut, fournissent ...z le cheval et chez le mouton un certain nombre de rameaux qui s'épuisent en traversant la ...stance hépatique, tandis que d'autres passent directement sur la face extérieure de la veine ...e où ils se distribuent d'une manière singulière et tout à fait insolite. En effet, ces ramifica...ns épanouies sur la face extérieure de la veine cave présentent, au premier abord, l'aspect ...n riche réseau de *vasa vasorum* ; mais, en y regardant de plus près, on constate que beau...up de ces rameaux, au lieu de se subdiviser en capillaires, s'enfoncent brusquement pour ...mmuniquer avec la cavité de la veine cave inférieure. Le fait de cette communication directe ...tre la veine porte et la veine cave se démontre sur l'animal vivant par la seule présence du ...g, ou bien la preuve s'en établit chez l'animal mort de la manière la plus nette et la plus ...ple par le moyen des injections anatomiques. Lorsqu'on prend ces rameaux à leur émergence ... la veine porte, et qu'on les injecte avec une substance semi-fluide, comme du bleu de Prusse ... du noir broyés à l'huile, délayés dans un peu d'essence de térébenthine, on voit un grand ...mbre de rameaux de la veine porte s'ouvrir par des bouches béantes à la surface interne de ...veine cave inférieure, sous laquelle la matière à injection s'écoule en abondance et sans au...ne espèce d'obstacle. Il suffit d'avoir constaté une fois, par le procédé, ces orifices d'abouche...ent direct, pour être fixé sur leur existence et pour être convaincu qu'ils ne peuvent être le ...sultat d'aucune rupture accidentelle. La conséquence de ces faits anatomiques est que le sys...me de la veine porte et de la veine cave communiquent directement, de telle sorte qu'une ...rtie du sang de la veine porte peut passer dans le système veineux général sans traverser le ...au capillaire du foie. É. L.

(1) J. Mueller, dans Meckel's *Archiv*, 1828. — *Voy.* les figures, dans Mueller, *De glandularum penitiori structura*, Lipsiæ, 1830, tab. 10, fig. 10.

complit la circulation du sang (1). De dix-huit expériences faites sur des chevaux, il a tiré les conclusions suivantes. Le temps qu'une dissolution diversement concentrée de cyanure ferroso-potassique, injectée dans une des veines jugulaires d'un cheval, a mis pour arriver à la veine jugulaire opposée, en parcourant le cœur droit, la petite circulation, le cœur gauche et la grande circulation, a été de 20 à 25 et de 25 à 30 secondes ; il lui a fallu 20 secondes seulement pour parvenir à la grande saphène, entre 15 et 30 pour atteindre l'artère mésentérique, une fois 10 à 15 et une autre fois 20 à 25 pour arriver à l'artère maxillaire externe, enfin 20 à 25, 25 à 30, et une fois plus de 40, pour déceler sa présence dans l'artère métatarsienne. Le résultat n'a guère varié, quelle que fût la fréquence des battements du cœur (2). On peut aussi calculer la vitesse de la circulation d'après la capacité des ventricules et la quantité du sang. Les faits connus relativement à la quantité du sang ont été réunis par Burdach (3). Suivant Wrisberg, une femme qui périt d'hémorrhagie perdit 26 livres de sang, et l'on recueillit 24 livres de ce liquide chez un individu pléthorique condamné à la décapitation. Si l'on admet qu'à chaque battement le cœur de l'homme pousse deux ou trois onces de sang, la circulation de 25 livres de ce liquide exige 200 ou 133 battements du cœur. D'après cela, on peut supposer que la circulation achève son circuit, chez l'homme, en 133 à 200 battements du cœur. Cependant le résultat tiré des expériences de Hering est beaucoup plus sûr (4).

(1) *Zeitschrist fuer Physiologie*, t III, p. 85.

(2) J. Blake a fait plusieurs séries d'expériences ingénieuses sur le temps que diverses substances, injectées dans le système vasculaire, mettent à parcourir le cercle de la circulation. Il trouva d'abord (*Edinb. med. and surg. Journal*, t. LIII, p. 35) qu'il ne faut à ces substances qu'un laps de temps insensible pour arriver aux capillaires, et que 9 secondes leur suffisent pour se répandre dans tout le corps. D'autres expériences (*ibid.*, t. LVI, p. 412) ont précisé davantage ce premier résultat : six grains de strychnine dissoute dans trois onces d'eau aiguisée d'acide azotique, ayant été injectés dans la veine jugulaire d'un cheval, les premiers symptômes d'empoisonnement parurent au bout de 16 secondes ; une seconde après, l'animal fut pris de convulsions, et au bout de cinq minutes, il était mort. Chez les chiens, une substance a besoin de 7 à 8 secondes pour passer de la veine jugulaire dans l'artère coronaire du cœur. Un grain et demi d'azotate de strychnine dissous dans un gros et demi d'eau, ayant été injecté dans la veine jugulaire d'une oie, l'effet devint sensible au bout de 6 secondes 1/2, et, au bout de 8 secondes, l'animal était mort. Un demi-grain de strychnine, injecté dans la veine d'un lapin, détermina des symptômes d'empoisonnement au bout de 4 secondes 1/2, et la mort à 7 secondes. (*Note du trad.*)

(3) *Physiologie*, t. VI, p. 118. — *Comp.* Herbst, *De sanguinis quantitate.* Gœttingue, 1[illegible]

(4) *Voy.* la dissertation de F. A. Huettenhein, *Observationes de sanguinis circulatione* [illegible] *dromometri ope institutæ*, Halis, 1846. Dans cette estimable dissertation, est décrite une [illegible] velle méthode imaginée par Volkmann, pour déterminer la vitesse du sang. L'auteur [illegible] d'abord les méthodes employées jusqu'à présent et en montre l'incertitude, que la divers[illegible] résultats suffit pour prouver. Cette objection atteint aussi le calcul de cette vitesse [illegible] sur la quantité du sang, puisque cette quantité, même d'après la méthode de Valentin, [illegible] être trouvée avec précision. En effet, les expériences de Volkmann montrent (ce qui [illegible] aussi d'expériences précédentes de Ludwig) que les deux conditions essentielles du pro[illegible] Valentin, à savoir, la permanence de la quantité relative du sang, par rapport aux [illegible] solides entre les deux saignées, et la répartition uniforme de l'eau injectée, ne sont nu[illegible] assurées. D'après ces considérations, Volkmann a imaginé un autre procédé que voici : [illegible] un tube de verre recourbé, le remplir d'eau ou d'une solution saline, le fixer entre les [illegible] bouts d'une artère coupée transversalement, et observer la marche du sang, pendant [illegible]

Le temps que le sang met à parcourir l'espace compris entre une moitié du cœur et l'autre, c'est-à-dire la moitié de la circulation, varie beaucoup suivant les organes. Celui qui passe d'un côté à l'autre du cœur par les vaisseaux cardiaques, exige infiniment moins de temps pour accomplir ce trajet que celui qui se rend du cœur gauche au pied et du pied au cœur droit. D'où il suit que la circulation entre les deux moitiés du cœur forme une infinité d'arcades d'étendue très variée, dont la plus petite est celle que décrivent les vaisseaux du cœur lui-même. La voie à parcourir pour aller du cœur droit au cœur gauche en traversant les poumons est plus courte que la plupart des arcs compris dans la grande circulation, et, toutes choses égales d'ailleurs, le sang la parcourt avec beaucoup plus de vitesse qu'il ne marche dans la plupart des autres vaisseaux du corps.

Quoique la quantité de sang contenue à chaque instant dans la grande circulation dépasse de beaucoup, en raison de l'étendue du circuit, celle qui existe dans la petite circulation, cependant un point quelconque de l'artère pulmonaire laisse passer, dans un laps de temps donné, tout autant de sang qu'un point quelconque de l'aorte, car il n'est aucun point des principaux troncs d'un circuit clos de toutes parts qui ne doive laisser échapper autant de sang qu'il en afflue à un autre point. Quant à la circulation dans les petits vaisseaux, elle peut, au contraire, varier beaucoup.

Enfin, la vitesse du sang dans les petites branches doit être moindre que dans les troncs des vaisseaux en général, parce que la capacité des branches d'un tronc prises ensemble surpasse celle de ce tronc (1). Mais si l'on suppose toutes les branches

compte simultanément les battements d'une pendule ou d'une montre à secondes. Cela fait, si l'on compare cette vitesse absolue avec le diamètre du vaisseau employé, on peut calculer, d'après le diamètre mesuré et connu d'un autre vaisseau, la vitesse du mouvement, en ayant soin de prendre pour principe que le diamètre des artères augmente depuis l'aorte jusqu'à la périphérie. Car la vitesse cherchée est à la vitesse trouvée, comme le diamètre du tronc au diamètre de ses branches. La vitesse dans la carotide du cheval fut trouvée de 0,546 à 0,631 millim. par seconde, et la vitesse dans l'aorte fut calculée à 0,593 à 0,830. Chez le chien et la chèvre, la vitesse est moindre presque de moitié, à savoir, 0,273 pour le chien, et 0,318 pour la chèvre. Il est à remarquer que ce résultat concorde avec celui des expériences de Hering; car, d'après Hering, le cercle entre la carotide et la veine jugulaire externe s'accomplit en 26 et 28 secondes, et, d'après les expériences de Volkmann, on calcule pour ce cercle 18 $\frac{1}{2}$ secondes. Avec la perte de sang augmentent le nombre des battements du cœur et la vitesse du sang. — Guettet estime la vitesse du sang dans les artères (d'après ses recherches sur l'hydraulique de la circulation) à 0,50 centimètres en moyenne par seconde. Si la systole durait une seconde entière, le sang parcourrait en moyenne dans cette seconde un chemin de 0,79 (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XXII, p. 126; *Gaz. méd.*, 1846, p. 77). É. L.

(1) Telle est du moins l'opinion générale, suivant laquelle on se représente le système artériel comme un cône dont le sommet est au cœur et la base à la périphérie. Fromly (*Lond. med. Gaz.*, 1839, t. XXV, p. 389) ayant prétendu qu'au contraire le diamètre des branches, prises ensemble, est presque égal à celui des troncs, Paget soumit cette question à un nouvel examen (*ibid.*, 1842, t. II, p. 553). Il a trouvé qu'en général l'ancienne opinion est exacte, mais que cependant elle ne peut s'appliquer qu'aux vaisseaux de la partie supérieure du corps, et que la proportion inverse a lieu pour ceux de la partie inférieure, où, par conséquent, la circulation est accélérée. Ainsi, l'aorte abdominale étant représentée par 1, ses branches réunies donnent 0,893, et l'iliaque primitive étant 1, ses branches sont 0,982, tandis que la crosse de l'aorte étant 1, ses branches sont 1,055, et que la carotide externe étant 1, ses branches sont 1,190. (*Note du trad.*)

d'un tronc réunies, et qu'on se figure la circulation comme un courant qui revient sur lui-même, tous les points du trajet sont parcourus, dans un même laps de temps, par une même quantité de sang, tandis que les particules de cette masse doivent se mouvoir avec plus de rapidité quand les tubes se rétrécissent, avec plus de lenteur dans les tubes larges ; de sorte que, malgré le ralentissement du mouvement des molécules dans les grands tubes et leur accélération dans les petits, la masse du sang qui traverse les divers points du circuit est cependant la même partout dans un même espace de temps.

CHAPITRE III.

Du cœur comme cause de la circulation.

Le cœur se contracte, comme les autres parties musculaires, à l'occasion d'excitations mécaniques ou galvaniques. Sœmmerring, Behrends et Bichat ont nié l'influence du galvanisme sur cet organe ; mais j'ai souvent répété les expériences de Humboldt et de Fowler, et obtenu les mêmes résultats. J'ai vu, chez les grenouilles et chez le chien, les contractions du cœur, qui avaient déjà cessé, être excitées par une simple paire de plaques ou par une faible pile. Mais le cœur, comme les parties non soumises à la vonté, le canal intestinal, etc., diffère des autres muscles en ce que l'irritation, au lieu de provoquer une convulsion momentanée, détermine une série de mouvements rhythmiques, tels que ceux qui appartiennent à la plupart des parties soustraites à l'empire du libre arbitre.

Pour expliquer le caractère rhythmique de ces contractions, on a dit que, si le cœur chasse d'un côté l'excitant qui le sollicite, c'est-à-dire le sang, le déplacement de ce liquide devient, à son tour, la cause en raison de laquelle l'organe s'emplit de sang du côté opposé, et qu'il est facile d'après cela de concevoir pourquoi la systole des oreillettes alterne avec celle des ventricules, car, de ce qu'une des cavités se vide, par le fait de sa contraction, il s'ensuit nécessairement que celle dans laquelle elle s'ouvre doit nécessairement s'emplir de nouveau.

Quelque nécessaires qu'une certaine quantité de sang et une certaine réplétion des cavités cardiaques soient à l'entretien de l'activité du cœur, et quelque certain qu'il soit que toute distension mécanique de cet organe doit provoquer en lui une contraction, cependant l'irritation que le sang détermine dans ses cavités n'est point la cause du caractère rhythmique de ses contractions, puisque, même après qu'il a été séparé du corps, il continue de se contracter, à la vérité plus faiblement. La cause doit donc être beaucoup plus profonde, et tenir au conflit qui a lieu entre les nerfs et la substance du cœur. Nous reviendrons sur ce point lorsque nous traiterons des mouvements involontaires.

1° *Le cœur dépend de la respiration.* Lorsque les changements chimiques du sang dans les poumons cessent de s'opérer, soit par des lésions de nerfs, qui entraînent la cessation des mouvements respiratoires, soit par des obstacles mécani-

ques à la respiration ou par la présence de gaz irrespirables, l'activité vitale de tous les organes se trouve affaiblie, et, chez les animaux supérieurs, elle est même rapidement détruite. Quoique, comme l'ont fait voir Bichat et Emmert (1), le mouvement du sang ne s'arrête pas sur-le-champ, parce que ce liquide passe noir ou veineux dans les artères, et quoique, même chez les animaux à sang chaud, après la mort générale apparente, le cœur continue encore quelquefois de battre faiblement et lentement pendant plus d'une demi-heure, cependant l'obstacle à la respiration affaiblit tellement son action, que la fonction ne tarde pas à ne pouvoir plus continuer. D'un autre côté, chez tous les animaux dont les mouvements respiratoires ont été arrêtés par une lésion du cerveau, et surtout de la moelle allongée, ou par un empoisonnement, la circulation peut être entretenue pendant un laps de temps assez long, au moyen de la respiration artificielle, c'est-à-dire d'un procédé qui consiste à introduire de l'air dans les poumons et à l'en faire ensuite sortir. Brodie a vu, chez un chien décapité après la ligature des vaisseaux cervicaux, et dont on entretenait la respiration par des moyens artificiels, le cœur se contracter encore trente-cinq fois par minute durant deux heures et demie, et chez un autre trente fois par minute dans l'espace d'une heure et demie (2). Chez les animaux à sang froid, cette influence de la respiration, ou du sang vermeil, sur le cœur, est beaucoup moins considérable; car j'ai vu des grenouilles, auxquelles j'avais lié et excisé les poumons, continuer encore de vivre pendant trente heures, sans que l'action du cœur discontinuât. Ces animaux, quoiqu'ils ne puissent respirer ni par les poumons ni par la peau, par exemple quand on les tient plongés dans du gaz hydrogène pur, vivent encore au-delà de douze heures, ainsi que je m'en suis convaincu; mais, après la destruction du cerveau et de la moelle épinière, les contractions du cœur cessent chez eux au bout de six heures. Les nerfs exercent donc sur le cœur une inflence beaucoup plus directe que celle du sang vermeil. Il serait même possible que la cessation de l'action du cœur qui finit par avoir lieu après l'interruption de la respiration, provînt en grande partie du changement que le système nerveux éprouve lorsqu'il ne reçoit plus de sang artérialisé.

Goodwin attribuait l'affaiblissement de la circulation, après la cessation de la respiration, chez les animaux supérieurs, à ce que le ventricule gauche ne reçoit plus de sang vermeil, et il supposait que l'influence de ce sang est absolument nécessaire à l'activité du cœur gauche. Bichat (3), au contraire, a posé en principe, et avec raison, que les deux moitiés du cœur n'ont pas d'irritabilité spécifique pour diverses espèces de sang, qu'elles sont également irritables pour le sang vermeil qu'y apportent les vaisseaux coronaires. Chez le fœtus, où les oreillettes communiquent ensemble par le trou ovale, où il n'y a pas de respiration pulmonaire, mais où il s'opère seulement un certain changement du sang dans le placenta, les deux moitiés du cœur contiennent le même sang.

2° *Le cœur dépend des nerfs.* Quoiqu'il soit bien manifeste que les battements du cœur changent sous l'influence des passions et autres modifications du système nerveux, quelques physiologistes, Haller en tête, ont nié que le mouvement du

(1) REIL's *Archiv.* t. V, p. 401.
(2) *Idem*, t. XII, p. 140.
(3) *Recherches sur la vie et la mort.* Paris, 1832.

cœur dépendît de cette influence, parce que l'organe continue de se contracter après avoir été arraché du corps, et parce que l'irritation de ses nerfs ne provoque pas des contractions semblables à celles que l'irritation des nerfs détermine dans les autres muscles.

Sœmmerring et Behrends (1) ont cherché à établir que la substance du cœur ne reçoit pas de nerfs, et que tous les filets nerveux qu'on rencontre dans cette substance sont destinés uniquement aux tuniques des vaisseaux cardiaques. Cette hypothèse semblait confirmer la doctrine de Haller sur la contractilité musculaire, savoir, que les muscles possèdent le force motrice par eux-mêmes et non par leur conflit avec les nerfs, et que ceux-ci ne provoquent leurs mouvements qu'à la manière des stimulants extérieurs mécaniques, électriques ou chimiques (2). Mais Scarpa a prouvé que les nerfs cardiaques se répandent en très grand nombre aussi dans la chair musculaire du cœur. Humboldt a produit des mouvements du cœur en galvanisant les nerfs cardiaques chez des mammifères (3). Burdach a vu, chez un lapin mis à mort, les battements du cœur devenir plus forts lorsqu'il armait la portion cervicale du grand sympathique, ou le ganglion cervical inférieur. De pareilles expériences sur la force motrice des nerfs ne sont probantes que quand on arme les nerfs seuls, et que l'action galvanique est faible ; car les fortes décharges sont transmises au cœur par les conducteurs humides, comme par les nerfs eux-mêmes, et cela en vertu d'un simple effet de conductibilité. Les expériences dans lesquelles Burdach accélérait les battements du cœur, chez un lapin mis à mort, en touchant le nerf grand sympathique avec de la potasse ou de l'ammoniaque caustique, sont donc d'autant plus intéressantes que, chez le lapin mort, il n'y a plus de sensations douloureuses qui puissent influer sur ces mêmes battements. Celles que Brachet (4) et autres ont faites sur l'irritation des nerfs chez des animaux vivants, ne prouvent absolument rien eu égard au cœur, puisque les battements de l'organe changent beaucoup par le seul fait des sensations douloureuses.

Enfin, le cœur se distingue d'autres muscles en ce qu'étant séparé du corps et vide, il continue de se contracter, malgré l'absence de tout stimulant, surtout chez les animaux à sang froid; ses divers compartiments se contractent alors dans le même ordre régulier de succession que s'il tenait encore à l'animal, particularité dont on ne peut se rendre raison sans admettre que les nerfs contenus dans la substance de cet organe continuent d'exercer une influence spécifique, qui, par conséquent, semble être la véritable cause de ses contractions.

D'un autre côté, il y a des faits attestant qu'une solution de continuité des nerfs cardiaques influe sur la durée de l'action du cœur. A cet égard, un cas décrit par Heine (5) présente beaucoup d'intérêt : c'est celui d'un homme chez lequel on voyait parfois quatre à six battements de cœur manquer ; à l'ouverture du cadavre,

(1) *Ueber die Herznerven*, 1792.

(2) Hypothèse qu'ailleurs, lorsqu'il sera question du système nerveux, nous verrons ressortir, mais avec une modification importante, des expériences qui ont été faites dans ces derniers temps par Longet. (*Note du trad.*)

(3) *Ueber die gereizte Muskel-und Nervenfaser*, t. I, p. 342.

(4) *Recherches sur le système nerveux ganglionnaire*. Paris, 1837.

(5) MUELLER's *Archiv*, 1841, p. 234.

on découvrit un nœud, de la grosseur d'une noisette, sur le trajet du grand nerf cardiaque.

Une autre question est celle de savoir si l'influence procède immédiatement des nerfs cardiaques et de leur source, le grand sympathique, ou si le cerveau et la moelle épinière communiquent à ces nerfs la force en vertu de laquelle ils entretiennent la moitié du cœur. Cette question a été soulevée par Bichat, qui attribuait des fonctions bien distinctes aux nerfs cérébro-rachidiens et au grand sympathique. Les nerfs du cerveau et de la moelle épinière, qui peuvent provoquer des mouvements volontaires lorsqu'ils se distribuent dans des muscles, sont dans une dépendance absolue de ces organes ; tout ce qui détruit leurs connexions avec eux met fin à leur influence excitatrice des mouvements volontaires. Les nerfs de la moelle épinière sont également paralysés lorsqu'une lésion du cordon rachidien les empêche de communiquer avec le cerveau, quoiqu'un nerf séparé de l'encéphale ou de la moelle épinière puisse encore déterminer des mouvements involontaires dans le muscle auquel il appartient quand il vient à recevoir une excitation mécanique ou galvanique. Au contraire, les parties pourvues de nerfs par le grand sympathique, comme le cœur, le canal intestinal, la matrice, n'ont que des mouvements involontaires. Bichat donnait au système des nerfs cérébro-rachidiens le nom de système nerveux de la vie animale, et à celui du grand sympathique le nom de système de la vie organique; il attribuait à ce dernier une certaine indépendance du cerveau et de la moelle épinière, et regardait les ganglions et plexus disséminés sur son trajet comme en constituant les parties centrales.

Après que C. Bell eut fait connaître la distinction des racines des nerfs en motrices et en sensitives, Scarpa voulut démontrer que le grand sympathique communique seulement avec les racines postérieures ou sensitives des nerfs rachidiens, et non avec les antérieures ou motrices; que, par conséquent, il ne peut dépendre de la moelle épinière pour l'excitation du cœur, et qu'il ne possède non plus aucune force motrice par lui-même (1). Mais les recherches de Wutzer et les miennes propres, ainsi que celles de Retzius et de Mayer, ont fait voir que l'opinion de Scarpa manque de justesse, et que les branches de communication entre le grand sympathique et les nerfs rachidiens reçoivent leurs filets tant des racines antérieures ou motrices que des racines postérieures ou sensitives des nerfs rachidiens (2).

Legallois, Philip, Treviranus, Nasse, Wedemeyer, Clift et Flourens, sont les principaux physiologistes qui ont étudié, par la voie expérimentale, l'influence du cerveau sur les mouvements du cœur.

Legallois (3) prétendait que la cause de l'action du cœur réside uniquement dans la moelle épinière. Si l'on détruit, chez un animal, la portion cervicale de la moelle épinière et la moelle allongée, la respiration s'arrête, parce que ces deux organes sont la source des nerfs qui y président ; les battements du cœur continuent, mais plus faibles, sans pouvoir entretenir longtemps la marche du sang, et l'on ne parvient pas, par des moyens artificiels de respiration, à leur restituer

(1) *De gangliis nervorum, deque origine et essentia nervi intercostalis*, dans *Annali univ. di medicina*, 1831, mai et juin.

(2) *Voy.* MECKEL's *Archiv*, 1830, t. I, p. 85 et 260

(3) *Exp. sur le principe de vie*. Paris, 1812.

l'énergie nécessaire pour rendre la circulation possible ; cette dernière cesse également lorsqu'on détruit la partie inférieure de la moelle épinière, et elle ne peut plus alors être ranimée par la respiration artificielle. Legallois concluait de ces expériences que l'influence des nerfs sur l'action du cœur dépend, non d'une portion déterminée de la moelle épinière, mais du cordon tout entier. S'il en est ainsi, disait-il, après la destruction d'une partie de la moelle épinière, la force nerveuse de la portion qui n'a pas été lésée ne suffit plus pour solliciter le cœur à mettre en mouvement la masse entière du sang ; mais elle peut suffire, quand on entretient la respiration par des moyens artificiels, à faire traverser au sang une partie du système vasculaire. Legallois concluait, en outre, que, quand, après la destruction partielle de la moelle épinière, on limite la circulation par des ligatures appliquées à un certain nombre de vaisseaux, le mouvement du sang peut encore être entretenu dans la portion de l'organisme qu'on lui a par là laissée seule accessible ; et que, plus on rapproche la ligature du cœur, plus on peut détruire de la moelle épinière sans interrompre la circulation. Il liait l'aorte, sur des lapins, à la hauteur des vertèbres lombaires, et détruisait la région lombaire de la moelle. Dans d'autres cas, il décapitait l'animal, après avoir lié les carotides et les jugulaires, puis détruisait la moelle au cou, en entretenant une respiration artificielle. Enfin, dans quelques expériences plus cruelles encore, il enlevait toute la moitié inférieure du corps, après avoir lié les gros vaisseaux. Constamment la circulation persistait plus ou moins longtemps entre le cœur et les ligatures, et Legallois assure que, dans certains cas, elle persévéra pendant plus de trois quarts d'heure. En conséquence, il soutenait que le nerf grand sympathique n'est point indépendant, qu'il n'a pas seulement des connexions avec la moelle épinière, mais qu'il en naît réellement, et que le caractère particulier de ce nerf est de placer les parties auxquelles il se distribue sous l'influence de la force motrice du cordon rachidien tout entier.

La commission chargée d'examiner son travail crut que ces expériences tranchaient toutes les difficultés que les mouvements du cœur avaient soulevées jusque là, qu'en particulier elles expliquaient pourquoi le cœur est soumis à l'influence des passions, pourquoi il n'obéit pas à la volonté, et pourquoi la circulation continue jusqu'au moment de la naissance chez les monstres privés de cerveau ou de tête.

Cependant les expériences de Wilson Philip (1) ont fait voir que celles de Legallois ne rendaient pas complétement raison du rapport qui existe entre le cerveau, la moelle épinière et le nerf grand sympathique. Lorsqu'on prive un animal du mouvement volontaire et du sentiment par un coup appliqué sur l'occiput, la respiration cesse, mais le mouvement du cœur persiste, et il peut être entretenu longtemps encore par une respiration artificielle. Qu'alors on enlève le cerveau et la moelle épinière, le cœur n'en continue pas moins de battre, mais plus faiblement qu'à l'ordinaire. Les mouvements de cet organe persistent également presque toujours après qu'on a détruit la moelle épinière et le cerveau avec une baguette de fer rouge. Philip tire de là une conclusion opposée à celle de Legallois, savoir, que la cause de l'action du cœur est indépendante du cerveau et de la moelle épinière. Mais, d'après ses expériences, ces deux organes exercent cependant une

(1) *Inquiry into the laws of the vital functions.* Londres, 1817.

grande influence sur les affections sympathiques des nerfs sympathiques et du cœur. Philip a fait voir aussi que l'influence du cerveau et de la moelle épinière sur le nerf grand sympathique et les viscères se montre tout à fait différente, suivant le mode de lésion. Quand on enlève quelques parties ou la totalité du cerveau, quand on détruit lentement la moelle épinière avec une baguette de fer rouge, le cœur continue longtemps encore de battre, avec moins de force néanmoins ; mais son action cesse si la destruction a lieu d'une manière rapide. Ainsi, quand on écrase d'un coup de marteau le cerveau d'une grenouille vivante, le cœur ne réagit plus que lentement et d'une manière faible, il s'arrête pendant des demi-minutes entières : qu'alors on vienne à détruire aussi la moelle épinière avec promptitude et violence, le mouvement s'éteint de nouveau pour quelque temps, après quoi la force contractile reprend un peu.

Clift a vu le cœur des carpes battre encore pendant onze heures après la destruction de la moelle épinière.

Flourens conclut de ses expériences sur des poissons (1), que l'action du cœur dépend uniquement de la respiration, et qu'elle cesse, par l'effet de l'abolition des mouvements respiratoires, après la destruction de la moelle allongée, de laquelle ces derniers mouvements dépendent ; il conclut également que, chez les poissons, dont les mouvements respiratoires sont exclusivement sous la dépendance de la moelle allongée, en sorte qu'ils peuvent persister après la lésion de la moelle épinière, la circulation continue par le même motif. Mais Marshall Hall (2) a vu la circulation survivre pendant très longtemps, chez les poissons, à la destruction de la moelle allongée : cependant il n'en regarde pas moins le cœur comme étant, à certains égards, dépendant de la moelle épinière et du cerveau (3).

En réunissant les résultats de Legallois, Philip et autres, avec les faits déjà connus, savoir, que le cœur continue encore longtemps de battre, surtout chez les reptiles et les poissons, après avoir été enlevé du corps, que les affections déprimantes du système nerveux diminuent l'énergie de ses battements, et que la syncope est accompagnée d'un affaiblissement de la circulation, il s'ensuit :

1° Que le cerveau et la moelle épinière ont une grande influence sur les mouvements du cœur, qu'ils peuvent les accélérer, ralentir, affaiblir et fortifier ;

2° Que, quand le cerveau et la moelle épinière ont été simplement séparés du corps, ces mouvements persistent pendant quelque temps (Flourens assure que, chez les lapins, ils continuent plus d'une heure, avec pulsation des carotides, lorsqu'on entretient artificiellement la respiration), mais qu'ils deviennent beaucoup plus faibles, et n'entretiennent pas longtemps la circulation d'une manière complète ;

3° Qu'ils ne cessent pas sur-le-champ, même après l'ablation du cœur, c'est-à-

(1) *Mémoires d'anatomie et de physiologie comparées*, Paris, 1844, p. 75.

(2) *An essay on the circulation*, Londres, 1831.

(3) *Comp.* Treviranus, *Biologie*, t. IV, p. 644. — Clift, dans *Philos. Trans.*, 1815. — Wedemeyer, *Physiologische Untersuchungen ueber das Nervensystem und die Respiration*. Hanovre, 1817. — Nasse, dans Horn's *Archiv*, 1817, p. 189. On trouve une critique détaillée des expériences de Legallois, et un exposé très lucide de toutes les particularités du sujet débattu dans Nasse, *Untersuchungen zur Lebensnaturlehre*. Halle, 1818. *Comp.* Lund, *Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit*. Copenhague, 1825, p. 162.

dire quand cet organe a été séparé de la plus grande partie du nerf grand sympathique.

La moelle épinière et le cerveau n'ont pas une relation telle avec le cœur, que leur enlèvement annihile le principe du mouvement de cet organe ; les nerfs cardiaques, la portion même de ces nerfs qui se trouve comprise dans la substance du cœur séparé du corps, peuvent conserver encore une partie de l'influence vivifiante. Mais le cerveau et la moelle épinière doivent cependant être considérés comme une source principale de l'influence nerveuse ; leur destruction affaiblit le cœur à un haut degré ; car, s'il continue encore longtemps de se mouvoir, ce n'est plus avec la force nécessaire pour entretenir complétement la circulation. S'il y a un moyen de calculer le degré de cette dépendance, c'est celui qu'a employé Nasse ; il mesura la hauteur du jet de sang qui, dans l'état normal, sort d'une artère qu'on a coupée, puis il détruisit la totalité ou une partie de la moelle épinière, et trouva qu'au bout de quelques minutes le jet avait diminué proportionnellement à la lésion.

Le mouvement du sang paraît être bien plus indépendant encore du cerveau et de la moelle épinière chez les monstres privés de ces deux organes. Dans les hémicéphales, le cerveau est la plupart du temps détruit par l'hydrocéphalie, et la même maladie peut aussi détruire la moelle épinière (1).

La source constante des contractions du cœur est donc en premier lieu la force motrice du nerf grand sympathique ; mais la cause conservatrice et excitatrice de cette dernière réside dans le cerveau et la moelle épinière, qui peuvent, à leur tour, être influencés par tous les organes : c'est ce qui rend possible qu'une maladie locale excite des sensations morbides dans le corps entier, et que toute maladie locale intense change les battements du cœur et le pouls.

L'action du cœur peut être sollicitée de deux manières par la moelle épinière : d'abord à la suite de sensations, et en second lieu immédiatement. Des sensations excitatrices peuvent arriver de tous les nerfs rachidiens à la moelle épinière, puis passer dans les fibres motrices qui proviennent de cette dernière, et, en ce sens, il est exact de dire que toutes les parties de la moelle épinière ont de l'aptitude à agir sur le cœur. Mais, pour ce qui concerne les influences motrices partant immédiatement de ce cordon, il paraît que, comme tout autre organe, le cœur a, par le moyen des nerfs, des relations déterminées avec des parties également déterminées de la moelle. D'après les expériences de Valentin (2), le nerf accessoire et les nerfs cervicaux supérieurs agissent, par leurs racines antérieures, sur le mouvement du cœur. Suivant Budge (3), la partie supérieure de la moelle épinière est la source des influences motrices sur le cœur, depuis la troisième ou quatrième vertèbre cervicale jusqu'à l'extrémité de la moelle allongée, et cela dans la portion des cordons antérieurs qui touche immédiatement à la ligne médiane ; car, en irritant ce point avec une aiguille, on accroît d'une manière notable, à ce qu'il assure, le mouvement du cœur chez les animaux qui viennent de mourir ; il prétend aussi que l'influence cesse à cette limite, et que l'irritation d'aucune autre

(1) *Voy.* Eschricht, dans Mueller's *Archiv*, 1834, p. 268.
(2) *De functionibus nervorum cerebralium et nervi sympathici.* Berne, 1839.
(3) *Untersuchungen ueber das Nervensystem.* Francfort, 1841.

partie du cerveau ne peut provoquer le mouvement du cœur quand il ne subsiste plus aucune sensation.

Les nerfs cardiaques, conducteurs de ces influences, proviennent, les uns de la paire vague, à laquelle vient se mêler l'accessoire, les autres des ganglions cervicaux et des premiers ganglions thoraciques du grand sympathique, qui tire sa source de nerfs rachidiens. Le tronc du grand sympathique au cou n'exerce aucune influence essentielle sur l'action du cœur. Dans treize expériences de Pommer (1), la section de ce nerf au cou n'entraîna aucune conséquence remarquable.

CHAPITRE IV.

Des diverses parties du système vasculaire.

Artères.

Le sang coule continuellement dans les artères, mais avec une vélocité qui croît à chaque contraction du cœur. C'est un fait dont on acquiert la conviction en observant la circulation au microscope, et aussi en pratiquant la section transversale d'une artère. La vitesse du mouvement devrait être la même dans toute l'étendue du système artériel, si ce système conservait partout les mêmes dimensions ; mais, comme les lumières réunies des branches sont plus grandes que la lumière du tronc, le mouvement doit diminuer de vitesse dans le sens des ramifications ; car, sous l'influence d'une force identique, un tube étroit est parcouru plus rapidement par une même masse de liquide qu'un tube plus large, dont la capacité est la même dans une petite étendue que celle de l'autre dans une étendue plus grande (2).

Autrefois on croyait que les angles obtus et aigus sous lesquels les branches se détachent des troncs vasculaires, avaient de l'influence sur la vitesse, et que les angles obtus gênaient davantage le mouvement. Mais, dans des tubes clos, un liquide qui les parcourt se trouve soumis partout à la même pression, et il tend avec une même force à se porter dans toutes les directions.

Le frottement et l'adhérence du liquide aux parois exercent, au contraire, une influence essentielle sur son mouvement. Cette influence est si grande, que le sang coule avec beaucoup plus de vitesse au centre des artères que le long de leurs parois, ce dont on peut se convaincre en contemplant une petite artère au microscope. Chez la grenouille, on voit les corpuscules du sang s'avancer avec rapidité au centre du vaisseau, tandis que les petits corpuscules de la lymphe coulent bien plus lentement le long des parois (3).

(1) *Beitræge zur Natur-und Heilkunde.* Heilbronn, 1831.

(2) *Comp.* une note à ce sujet, p. 151.

(3) *Voy.* Ascherson, dans Mueller's *Archiv*, 1837, p. 452. Ses observations ont été constatées depuis par celles de E.-H. Weber, *ibid.*, 1838, p. 450. — *Comp.* Poiseuille. *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les capillaires.* Paris, 1835, p. 44.

Élasticité des artères.

Les artères jouissent d'un degré extraordinaire d'élasticité, qu'elles conservent même après avoir été cuites, ou tenues durant des années dans l'alcool. Cette propriété dépend d'une épaisse couche de faisceaux fibreux élastiques et annulaires, qui ont leur siége immédiatement au-dessous de la couche celluleuse extérieure, et qui, à tout égard, ressemblent au tissu élastique jaune d'autres parties. Cette couche est totalement différente de la substance musculaire, comme l'a fait voir Berzelius.

La substance musculaire est molle et sèche; elle contient plus des trois quarts de son poids d'eau. La fibre artérielle est sèche et fort élastique. La substance musculaire se comporte chimiquement comme la fibrine du sang; elle est soluble dans l'acide acétique, et se dissout avec difficulté dans les acides minéraux, avec lesquels elle forme des combinaisons insolubles. La fibre artérielle est insoluble dans l'acide acétique, mais très soluble dans les acides minéraux, et la dissolution n'est précipitée ni par les alcalis ni par le cyanure ferroso-potassique, comme elle devrait l'être si elle contenait de la fibrine. Ces caractères sont importants à connaître pour l'étude du mouvement du sang dans les artères.

Ici, comme en d'autres régions du corps, le tissu élastique est caractérisé, d'après les observations microscopiques de Lauth, de Schwann et d'Eulenburg, par des fibres de diverses épaisseurs, qui fournissent distinctement des branches, et qui ont un contour obscur bien prononcé. Cependant il n'est pas toujours formé ainsi. Chez les poissons cyclostomes, je ne trouve dans la couche élastique des artères que des faisceaux de fibres parallèles, partout semblables, qui n'ont point de branches, et qui ressemblent parfaitement à des fibres de tissu cellulaire, dont elles ne diffèrent que par leur couleur jaune.

Le tissu élastique n'est pas borné uniquement à la couche élastique des artères. Schwann a observé aussi des fibres élastiques dans la couche celluleuse extérieure de ces vaisseaux, et Henle dit qu'on en trouve quelques unes éparses dans la troisième couche, dont je parlerai au long quand il sera question de la tonicité des artères.

Les veines ne possèdent que peu de fibres élastiques. Suivant Schwann, la veine crurale du bœuf a une épaisse couche moyenne de fibres transversales, qui appartiennent à la classe des fibres du tissu cellulaire, et une autre interne, extrêmement mince, qui se compose de fibres élastiques longitudinales (1).

Le sang contenu dans les artères est soumis momentanément à la pression du cœur, et notamment à celle de la tunique élastique des artères. Si les artères étaient des tubes non élastiques, le sang n'y avancerait que par saccades, en faisant place à celui que chaque contraction du ventricule refoule dans l'aorte. Mais la tunique élastique fait qu'il se meut aussi dans les intervalles des battements du cœur, parce qu'à ce moment il est soumis à toute la pression de cette tunique. Voilà pourquoi il marche d'une manière continue, mais avec une accélération sac-

(1) *Voy.* son article *Vaisseaux*, dans *Encyclop Wœrterbuch der med. Wissenschaften*, et EULENBURG, *De tela elastica*. Berlin, 1836.

dée, dans les artères qu'on examine au microscope et dans celles qu'on a coupées ı travers (1).

Weber fait remarquer que le cœur a quelque analogie avec une pompe à feu, que le sang en sort par des secousses répétées périodiquement. Mais le but des ux instruments exige que le liquide coule d'une manière continue, ce qui a lieu rce qu'à chaque pression de la pompe, outre que le liquide se trouve poussé en ant, il y a aussi un corps élastique tendu qui continue de peser sur lui et de le rcer à marcher, pendant que la pompe ne le comprime pas. Ce que la tunique astique produit dans les artères, l'air qui se trouve au dessus de l'eau du réser- oir le détermine dans la machine. Il en est de même du régulateur dans les souf- ets. L'ossification des artères les dépouille de leur élasticité, d'où la disposition à apoplexie, à la gangrène, etc.

Les artères possèdent aussi, en vertu de leur élasticité, aptitude à se rétrécir d'autant plus qu'elles contiennent oins de sang. Lorsqu'un de ces vaisseaux a été coupé, : jet du sang devient de plus en plus grêle. Chez un heval que Hunter laissa périr d'hémorrhagie, l'aorte vait perdu plus d'un dixième de son diamètre, l'iliaque ı sixième, la crurale un tiers, et l'on a vu, chez homme, des artères du volume de la radiale diminuer ı point de s'oblitérer (2). Plus la force des battements ı cœur est grande, plus les artères se distendent et plus es contiennent de sang, proportionnellement aux veines; , au contraire, les battements du cœur sont faibles, s l'élasticité des artères peut faire équilibre à l'im- lsion du cœur, plus ces vaisseaux sont étroits et moins contiennent de sang, en proportion des veines. Ce énomène arrive avant la mort, et il est en partie la use qu'après la mort les artères sont vides, quoique réalité elles ne le soient pas tout à fait, du moins pour plupart, car beaucoup d'entre elles contiennent autant sang qu'elles en peuvent renfermer dans leur plus and état de resserrement.

Fig. 22.

Pression à laquelle le sang est soumis dans les artères.

La force de la pression qui agit sur le sang dans les ères s'apprécie d'après la hauteur à laquelle il monte ns un tube mis en communication avec un vaisseau ériel, ou d'après la hauteur d'une colonne de sang ou mercure qui fait équilibre à cette pression. Hales tait déjà occupé de ce problème. Il avait vu le sang l'artère crurale d'un cheval s'élever à 8 ou 9 pieds ıs un tube, celui de l'artère temporale d'un mouton nter à 6 pieds ½, et chez le chien à 4 ou 6 pieds,

(1) Voy. E.-H. Weber, *Adnotat. anat. et physiolog. prolus.* I. *Anatomie*, t. III, p. 69.
(2) Abernethy, *Physiolog. lectures*, p. 224.

tandis que celui de la veine jugulaire ne s'élevait qu'à 12-21 pouces chez le cheval, 5 $\frac{1}{2}$ chez le mouton, 4-8 $\frac{1}{2}$ chez le chien. Poiseuille (1) s'est servi, pour ses recherches, d'un instrument appelé par lui *hémo-dynamomètre*. C'est un tube de verre présentant une branche horizontale AB, une branche verticale descendante BC, et une troisième branche ascendante DE, courbée de manière à offrir en B un quart de cercle et en CD un demi-cercle. Quand on met du mercure dans la partie GCDH, le tube étant dans une position verticale, les niveaux G et H du mercure sont à la même hauteur dans les deux branches. Si le sang s'introduit dans la partie ABG par l'orifice A, abouché à une artère, il pressera sur la surface G du mercure ; le métal sera déprimé dans la branche BC de G en K, par exemple, lorsqu'il s'élèvera dans la branche DE en I. Or, d'après les lois de l'hydrostatique, la force totale avec laquelle le sang se meut dans l'artère sera mesurée par le poids d'un cylindre de mercure dont la base est un cercle qui a pour diamètre celui de l'artère, et dont la hauteur est la différence IK des deux niveaux de mercure, déduction faite de la hauteur de la petite colonne de métal qui peut faire équilibre à la colonne sanguine BK. Pour prévenir la coagulation du sang au moment de sa pénétration dans la branche horizontale, cette partie du tube fut remplie, avant l'introduction du mercure, d'une dissolution de sous-carbonate de potasse, qui a la propriété de maintenir la liquidité du sang.

Suivant Poiseuille, la force avec laquelle une molécule de sang se meut est égale, quelle que soit la place qu'elle occupe dans le système artériel, que l'artère soit rapprochée ou distante du cœur, et qu'elle soit petite ou volumineuse ; par exemple, la force d'impulsion ne diffère pas dans la carotide et l'aorte, ou dans la carotide et la crurale. Ainsi la hauteur de la colonne de mercure refoulée était la même pour toutes les artères du même animal. Poiseuille dit que le sang d'une artère fait équilibre, chez le chien, à une colonne de mercure de 151 millimètres ou à une colonne d'eau de 6 $\frac{1}{3}$ pieds ; chez le bœuf, à une colonne de mercure de 161 millimètres ou à une colonne d'eau de 6 pieds 9 pouces ; chez le cheval, à une colonne de mercure de 159 millimètres ; ce qui donne pour terme moyen, chez ces mammifères, une colonne de mercure de 156 millimètres, ou une colonne d'eau de 6 pieds 7 pouces.

Poiseuille a vu aussi, au moyen de son instrument, ce que Haller et Magendie avaient déjà observé, que la force d'impulsion du sang augmente dans l'expiration, pendant laquelle la poitrine se resserre et les troncs vasculaires sont comprimés, de manière que la colonne de mercure monte un peu à chaque expiration, et baisse à chaque inspiration. Cet ascension et cet abaissement sont les mêmes pour des artères placées à des distances diverses du cœur, et ils s'élèvent à 10-20 millimètres quand la respiration s'exécute avec calme. L'accroissement de l'impulsion du sang par l'expiration est si considérable chez certaines personnes, que le pouls de l'artère radiale devient insensible dans les inspirations longues et soutenues. Je suis dans ce cas : je fais disparaître sur-le-champ le pouls de l'artère radiale en faisant une profonde inspiration et retenant mon haleine, ce qui jette quelque lumière sur le petit conte qu'on a débité à l'égard d'individus qui pouvaient, disait-on, changer à volonté les battements de leur cœur.

(1) *Recherches sur la force du cœur aortique.* Paris, 1828, in-4.

:nfin, comme, d'après les expériences de Poiseuille, une molécule de sang prise
un point quelconque du système artériel est mue avec une force capable de
› équilibre à une colonne de mercure d'une hauteur connue, il a conclu que,
r obtenir la force qui correspond à une artère d'un calibre donné, on n'avait
ı prendre le diamètre de ce vaisseau : le poids d'un cylindre de mercure dont
ase serait le cercle donné par ce diamètre, et la hauteur celle de la colonne de
cure obtenue, doit être la force statique totale avec laquelle le sang se meut
s cette artère ; d'où il suit que la force totale statique qui meut le sang dans
artère est exactement en raison directe de l'aire que présente le cercle de cette
re, ou en raison directe du carré de son diamètre, quel que soit le lieu qu'elle
ipe. Si l'on admet, avec Poiseuille, que, chez un homme de vingt-neuf ans, le
nètre de l'aorte, au niveau des valvules sigmoïdes, soit de 34 millimètres sous
ression de 160 millimètres de mercure (moyenne de 180 et 140, maximum et
imum des hauteurs observées chez les animaux), on a pour l'aire du cercle
ette artère 908,2857 millimètres, qui, multipliés par 160, donnent 145325,72
imètres cubes de mercure, dont le poids=197177936 gr.=1,971779 kilogr.,
uation de la force statique totale du sang dans l'aorte au moment où le cœur se
tracte. Cet exemple suffit pour montrer comment, d'après les calculs de Poi-
lle, on doit procéder afin d'avoir la force correspondante à une artère dont le
nètre serait connu. Pour le bœuf, la force est de 10 livres 10 onces 7 gros
grains ; pour l'artère radiale, de 4 gros.

ıurant les pauses des battements du cœur, la pression à laquelle le sang se
ıve soumis dans les artères est un peu moindre, parce qu'il subit la contre-
ssion des parois élastiques du système artériel entier ; mais la différence se réduit
eu de chose. Hales a vu le sang monter d'un pouce ou de quelques pouces, à
ıque pulsation, dans un tube qu'il avait introduit dans une artère.

Pouls artériel.

Comme le sang ne peut pas marcher avec autant de vitesse dans les vaisseaux
pillaires que dans les artères, à cause de la résistance qu'il rencontre dans les
bes étroits, il exerce contre les parois élastiques des artères une pression en
rtu de laquelle il tend, comme tout autre liquide comprimé, à s'échapper en
s sens. Cette pression du sang sur les parois artérielles, pendant la contraction
ı ventricules, se fait sentir au doigt, et porte le nom de *pouls*. Le pouls artériel
donc, en général, isochrone à la contraction des ventricules, qui en est la cause.
Par suite de cette pression, les parois élastiques des artères doivent se distendre
aque battement du cœur ; puis, au moment de la diastole du ventricule, revenir
eur premier état, en raison de l'élasticité dont elles sont douées. Cette disten-
ı des artères peut avoir lieu en long et en large ; elle s'effectue réellement aussi
s les deux sens, mais beaucoup plus sensiblement dans le premier que dans le
ond. De là résulte que les artères se déplacent et deviennent flexueuses au
ment du pouls, et qu'elles s'étendent de nouveau au moment du repos du ven-
ule ; mais, pendant la pulsation, elles se dilatent aussi un peu dans le sens de
rgeur. Leur ampliation doit se réduire à peu de chose, puisque beaucoup de
ommes ne l'ont point aperçue ; cependant chacun peut se convaincre qu'elle

est bien réelle, en observant l'artère pulmonaire d'une grenouille dans toutes ses ramifications : là, en effet, on voit très distinctement l'artère devenir non seulement flexueuse, mais plus grosse. Poiseuille a mesuré l'étendue de l'ampliation des artères par une expérience ingénieuse (1). Il mit la carotide primitive d'un cheval vivant à découvert dans l'étendue de 3 décimètres, et glissa sous elle un tube ouvert, en fer-blanc, qu'on pouvait clore à l'aide d'un couvercle étroit ; il ferma le tube avec le couvercle, et en boucha les extrémités avec de la cire et de la graisse ; après quoi, l'espace compris entre la paroi interne du tube et la surface externe de l'artère fut rempli d'eau à l'aide d'un tube de verre plongé dans le tube. A chaque pulsation, l'eau montait de 70 millimètres dans le tube, qui avait 3 millimètres de large, et aussitôt après elle retombait d'autant. La portion incluse d'artère avait 180 millimètres de longueur, et occupait un espace de 11440 millimètres cubes : comme, à chaque pulsation, son ampleur augmentait de la capacité d'un cylindre d'eau ayant 3 millimètres de diamètre sur 70 de long, c'est-à-dire d'environ 494 millimètres cubes, il s'ensuit qu'elle se dilatait d'environ $\frac{1}{23}$ de sa capacité. Flourens a fait une expérience plus simple, qui consiste à entourer une grosse artère d'un mince anneau métallique élastique et fendu sur un point, et à observer, au moment des pulsations, la fente, qui s'élargit alors d'une manière régulière. Ce qu'il y a de mieux à prendre pour cette expérience est un ressort de montre.

On admet ordinairement que le pouls est isochrone dans toutes les artères, quelle que soit leur distance du cœur. Weitbrecht, Liscovius et E.-H. Weber ont cependant fait voir le contraire, dont on peut sans peine se convaincre. Au voisinage du cœur, les battements des artères sont isochrones à la contraction des ventricules, puisque ces battements sont produits et par la systole des ventricules et par l'ampliation que l'effort du sang fait acquérir aux artères. Mais, à une plus grande distance, le pouls des artères n'est plus isochrone aux contractions du cœur, et il s'en éloigne, d'après Weber, de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{7}$ de seconde. Ainsi, le pouls de l'artère radiale vient un peu après celui de la carotide primitive, tandis que celui de la maxillaire externe est isochrone à celui de l'axillaire, la distance du cœur étant ici à peu près la même. Le pouls de l'artère pédieuse retarde un peu sur celui de la maxillaire externe et de la carotide primitive.

E.-H. Weber a fait voir quelles sont les causes de cette différence. Si le sang était renfermé dans des tubes rigides, à parois non extensibles, le choc de celui qui est chassé dans les artères par le ventricule du cœur se propagerait jusqu'à l'extrémité de la colonne liquide, avec la même vitesse que le son se propage dans celle-ci, c'est-à-dire beaucoup plus vite que le son ne fait dans l'air atmosphérique, et alors la pression du sang s'étendrait, avec une perte de temps presque insensible, jusqu'à l'extrémité des artères. Mais les artères étant susceptibles de s'étendre un peu dans le sens de la largeur, et plus encore dans celui de la longueur, le refoulement du sang par le cœur n'opère d'abord que l'ampliation de celles qui sont les plus voisines de cet organe ; celles-ci se resserrent ensuite par l'effet de leur élasticité, le sang comprimé par elles distend la portion de vaisseau qui vient immédiatement après, et ainsi de suite, de manière qu'un laps de temps, à la vérité

(1) *Journal de physiologie*, par Magendie, Paris, 1829, t. IX, p. 44.

très court, s'écoule avant que l'onde, c'est-à-dire le refoulement successif du sang, la dilatation et le resserrement des artères, arrivent jusqu'à ceux de ces vaisseaux qui sont le plus éloignés. Telle est exactement la manière dont une onde marche sur une corde tendue, à partir du point qui a reçu le choc : seulement, la corde ne s'étend que dans une seule direction, tandis que le tube artériel augmente dans toute sa capacité. La propagation de cette onde d'expansion sur le système artériel est naturellement beaucoup plus rapide que le mouvement du sang, de même que celle d'une onde à la surface d'un fleuve l'est beaucoup plus que le cours de ce dernier ; car, lorsqu'une partie de l'eau est saisie par une onde progressive, les molécules du liquide s'élèvent et s'abaissent, mais elles restent en arrière, tandis que l'onde parcourt d'autres parties de son trajet.

Le nombre des pulsations d'une artère doit naturellement s'accorder d'une manière parfaite avec celui des battements du cœur, et les artères qu'une même distance sépare du cœur doivent battre d'une manière isochrone. Quelques personnes ont voulu déduire de l'expérience la possibilité du contraire ; mais le pouls étant la conséquence de la systole du cœur, de toute façon doit aussi coïncider avec elle ; l'impossible ne saurait jamais être un sujet d'observation. On peut rencontrer des différences du pouls eu égard au mode, à la force, etc. ; car celles-là dépendent, ce qui se conçoit aisément, de l'élasticité des vaisseaux, d'obstacles locaux à la circulation, etc.

Tonicité ou contractilité organique des artères.

Les artères et, en général, les vaisseaux sanguins, possèdent, outre l'élasticité, une force contractile vivante. Cette force diffère beaucoup de l'action du cœur, et elle se manifeste, non par des contractions brusques et énergiques, mais peu à peu, de manière que les effets qui en résultent sont difficiles à observer, et ne peuvent jamais non plus remplacer ceux du cœur. On a bien comparé les artères avec le vaisseau dorsal pulsatile des insectes, et avec les troncs vasculaires qui exécutent des pulsations chez les sangsues et autres annélides ; mais ce sont là précisément les cœurs de ces animaux, qui possèdent aussi des troncs vasculaires non contractiles, comme le vaisseau ventral des vers de terre. Les monstres privés de cœur, tels que les acéphales et autres, n'autorisent pas non plus à admettre que les artères agissent à l'égal du cœur et peuvent le remplacer ; car, dans les cas bien connus de ce genre, les vaisseaux du monstre acarde n'étaient que des branches des vaisseaux ombilicaux d'un second enfant complet, et le monstre se nourrissait, à titre d'organe, du sang de ce dernier, comme il arrive toutes les fois qu'une partie quelconque d'un embryon est implantée sur le corps d'un autre embryon complet (1).

C'est pour cela que, chez les animaux, après l'ablation du cœur, on n'observe

(1) Dans le cas cité par Ruysch (*Thes. anat.*, IX, p. 17, tab. 1, fig. 2), un membre acéphale pendait au placenta d'un fœtus bien conformé. Rudolphi a décrit (*Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1816) un monstre composé uniquement d'une tête, dont les vaisseaux étaient des branches du cordon ombilical d'un autre fœtus entier. Il en était de même dans le cas que j'ai observé, et dont Nicholson a donné une description détaillée (MUELLER's *Archiv*, 1837, p. 328).

aucune trace de mouvement rhythmique dans les artères. Il n'y a d'exception à cet égard que pour les points du système artériel qui sont pourvus d'un petit cœur accessoire, comme le cœur aortique des grenouilles et des poissons, et les cœurs axillaires des chimères. Dans de pareils cas, les veines offrent aussi des pulsations rhythmiques particulières, telles que celles qu'on voit, par exemple, chez l'anguille, aux cœurs caudaux de la veine caudale. Ici se range encore la pulsation rhythmique vitale des troncs des veines pulmonaires et de l'extrémité des veines caves, chez tous les animaux. Ces vaisseaux ne se contractent que jusqu'à la distance à laquelle s'étendent les fibres musculaires du cœur prolongées sur eux. Les cœurs accessoires des artères, dont il vient d'être parlé, possèdent des faisceaux musculaires à rides transversales, comme le cœur proprement dit ; dans tous les autres points du système vasculaire, il n'y a aucun vestige d'une couche homologue au cœur (1).

On ne parvient pas non plus à déterminer des contractions soudaines dans les artères en ayant recours à l'électricité, qui, comme nous l'avons dit plus haut, agit d'une manière prononcée sur le cœur. Nysten (2) a souvent fait des expériences galvaniques sur l'aorte de criminels qui venaient d'être décapités et sur des poissons ; mais il n'a jamais aperçu aucune trace de contraction. Bichat avait déjà obtenu des résultats analogues. Wedemeyer n'a pas été plus heureux en opérant avec une pile de cinquante paires de plaques sur les carotides et l'aorte pectorale. J'ai très souvent essayé le galvanisme dans la même vue, et jamais je n'ai pu déterminer la moindre contraction, ni chez des grenouilles, avec des commotions légères et fortes, ni chez des mammifères, entre autres des lapins, avec une pile de soixante à quatre-vingts éléments (3).

De tous ces faits, il suit que les artères n'agissent point, dans la circulation, par des contractions musculaires rhythmiques, et que la diminution de leur calibre, après que l'impulsion du cœur les a distendues, est une conséquence de leur é-

(1) Suivant Flourens, tous les troncs veineux du ventre de la grenouille se contractent. Cependant on ne remarque les contractions qu'aux points précités de la veine cave inférieure et dans le voisinage des cœurs lymphatiques postérieurs, où elles sont produites par le pompement de la lymphe dans les veines iliaques. C'est également ainsi qu'on doit expliquer l'action contractile que Marshall Hall signale sur l'apophyse transverse de la troisième vertèbre de la grenouille ; la pulsation tient ici à ce que le cœur lymphatique antérieur pompe la lymphe dans une branche de la veine jugulaire.

(2) *Recherches de physiol. et de patholog. chimiques*. Paris, 1811.

(3) MM. E.-H. Weber et Ed. Weber, ont démontré de nouveau la contractilité des petites artères, par l'emploi de l'irritation électro-magnétique. De petites artères de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{12}$ de ligne de diamètre, se contractent, après une irritation électrique de 5 à 10 secondes, d'un tiers de leur diamètre et de plus de la moitié de leur cavité ; et même la contraction peut, par la prolongation de l'irritation, aller jusqu'à interrompre le cours du sang. Après quelque temps, elles reprennent leur diamètre ; mais, si l'irritation est trop forte ou trop longtemps continuée, la paralysie survient, et il s'ensuit une dilatation qui peut être portée jusqu'au double. Sur des vaisseaux capillaire de $\frac{1}{72}$ de ligne en diamètre, l'irritation électro-magnétique ne montre aucune influence, les petites veines ne se resserrent pas non plus, mais, par l'effet d'une irritation prolongée, elles se paralysent, et le diamètre en devient double. Sur l'aorte abdominale, la veine cave inférieure et la veine crurale, on n'aperçoit aucune action. Outre le resserrement des vaisseaux, l'irritation électro-magnétique produit aussi la coagulation du sang, qui amène l'arrêt de la circulation sur le point irrité (*Bericht über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig*, 1836, t. III, p. 91). É. L.

ticité. Mais il faut bien distinguer, avec Parry (1), Tiedemann, E.-H. Weber, Schwann et Henle, la contractilité insensible ou la tonicité de ces vaisseaux. C'est un fait connu de tout temps, que l'eau froide arrête les hémorrhagies causées par les plaies artérielles. Quelques agents chimiques diminuent aussi le diamètre des petits vaisseaux (2).

Plusieurs observateurs avaient déjà vu que le froid détermine la contraction des petites artères. Les expériences de Schwann ont mis ce fait en parfaite évidence sur les artères du mésentère de la grenouille et du *Bufo igneus*. Après avoir étalé le mésentère de ces animaux sous le microscope, Schwann faisait tomber dessus des gouttes d'eau dont la température était inférieure de quelques degrés à celle de l'air atmosphérique. Le resserrement ne tardait pas à avoir lieu, et, dans l'espace de 10 à 15 minutes, les vaisseaux se rétrécissaient tellement que le diamètre de la lumière d'une artère, qui était d'abord de 0,0724 lignes, se trouvait réduit à 0,0276, c'est-à-dire devenait deux ou trois fois plus petit, et que la lumière elle-même du vaisseau était quatre à neuf fois moins grande. L'artère se redilatait ensuite, et, au bout d'une demi-heure, elle avait repris ses dimensions premières. Si on l'arrosait alors avec de nouvelle eau, elle se resserrait encore, et le phénomène pouvait être reproduit ainsi à plusieurs reprises. Mais les veines ne diminuaient pas. J'ai fréquemment observé ce phénomène, tel que Schwann l'a décrit.

Jusqu'ici on ignorait quel était le tissu d'où dépendait la contractilité organique qui agit ainsi avec lenteur. L'influence du froid sur la contraction est caractéristique pour plusieurs parties non musculeuses, non moins que le peu d'action de l'électricité. Nous comparions, à cet égard, le tissu contractile des artères au tissu contractile du dartos; mais de nouvelles recherches paraissent établir qu'il y a encore là de la différence.

Fig. 23.



Henle a découvert, dans les parois des artères, une couche particulière (3), qui doit manifestement être regardée comme le siége de cette propriété (4). Cette couche est située en dedans de la couche élastique, entre elle et la tunique interne. Les fibres élastiques s'y montrent encore, mais seulement comme accessoire, sous la forme d'un réseau qui entoure des faisceaux fibreux d'une espèce particulière. La couche se compose de stratifications nombreuses de ligaments transversaux pâles, qui tran-

(1) *On the arterial pulse*. Bath, 1816.

(2) *Voy.* HASTINGS, *On inflammation of the mucous membranes*. Londres, 1820. — Les expériences microscopiques sur des agents chimiques mis en contact avec des artères capillaires donnent un résultat moins sûr, parce que le menstrue peut, d'après la loi de l'endosmose, agir sur le contenu des vaisseaux à travers leurs parois, ainsi qu'il arrive à tous les liquides de densité différente, lorsqu'ils sont séparés par une membrane.

(3) La figure 23 représente une portion de la couche moyenne des artères, à un grossissement d'environ 300 diamètres.

(4) *Wochenschrift fuer die gesammte Heilkunde*, 1840, n° 21, p. 329. *Anatomie générale*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1843, t. II, p. 33.

chent fortement sur les fibres élastiques obscures. En ajoutant de l'acide acétique sous le microscope, la différence devient encore plus sensible. L'acide dissout les faisceaux pâles, et les fibres élastiques restent sans avoir subi aucun changement. Dans les grosses veines, on trouve, immédiatement sur la tunique interne, une couche tout à fait semblable de fibres transversales, qui seulement a toujours peu d'épaisseur, et peut aussi manquer entièrement; tandis qu'on observe dans la membrane interne des veines une couche longitudinale de ces fibres ordinairement très développée, qui est plus mince ou manque dans les artères.

Ces faisceaux diffèrent totalement du tissu du dartos, dont les fibres ressemblent beaucoup à celles du tissu cellulaire. Henle les compare aux faisceaux musculaires organiques de l'intestin. Ils paraissent différer du tissu du dartos, même au point de vue chimique. Retzius a remarqué que la dissolution acétique de la tunique artérielle est précipitée par le cyanure ferroso-potassique. Cette réaction dépend probablement du tissu en question, puisqu'il est certain au moins que le tissu cellulaire et le tissu élastique ne se comportent pas ainsi. Si elle tient au tissu contractile des artères, elle annoncerait une différence chimique entre ce tissu et le dartos.

Le tissu contractile des artères paraît être le même que les faisceaux d'un rougeâtre pâle qu'on découvre entre les veines, dans le corps caverneux de la verge, et qui sont d'une force extraordinaire chez le cheval. Ces faisceaux, qui forment, dans la verge du cheval, des cloisons longitudinales, unies ensemble par de nombreuses anastomoses, ne donnent point de colle par la coction. Leur dissolution acétique est précipitée par le cyanure ferroso-potassique. Hunter les croyait musculeux, et prétendait qu'ils étaient contractiles. Je n'ai pu y déterminer aucune contraction en les irritant avec la pile galvanique sur un cheval vivant. Stanley, de Londres, m'a cependant assuré qu'ils jouissent d'une contractilité insensible et qui se manifeste lentement. Il est à désirer qu'on les soumette à un nouvel examen.

La contractilité insensible des artères cesse à la mort. De là résulte qu'elles opposent alors moins de résistance aux liquides. Le sérum qui, pendant la vie, n'exsudait pas des vaisseaux, en traverse les parois dans le cadavre. Mais un état de relâchement des vaisseaux peut aussi permettre cette exsudation pendant la vie.

La contractilité vitale semble aussi avoir part à ce qu'on appelle la vacuité des artères. Celles-ci se resserrent, chez les moribonds, tant par leur élasticité que par leur contractilité organique, et leur lumière se réduit au minimum. La conséquence de ce phénomène est que le sang s'accumule dans les veines. Après la mort absolue, la contractilité organique cesse aussi, et les artères occupent l'espace qui leur revient en vertu de leur élasticité. Il arrive souvent qu'on y trouve du sang après la mort, par exemple chez les pendus, les noyés, les asphyxiés par la vapeur du charbon, ou à la suite des inflammations, et dans le cas d'ossification des parois artérielles (1).

(1) OTTO, *Pathologische Anatomie*, t. I, p. 343.

II. Vaisseaux capillaires.

Structure des capillaires.

ans toutes les parties organisées, le passage du sang des dernières ramifications ielles dans les premières branches veineuses a lieu par l'intermédiaire de petits eaux microscopiques et rétiformes, dans les mailles desquels se trouve la sub- :e proprement dite des tissus : c'est ce qu'on peut voir dans toutes les injections s avec soin, de même qu'en observant la circulation au microscope sur des ies transparentes vivantes, la membrane natatoire, les poumons et la vessie des ouilles, la queue des têtards, l'œuf couvé, les jeunes poissons, les branchies arves de salamandre, les ailes des chauves-souris, et le mésentère de tous les aux vertébrés. On peut même s'en convaincre à la simple loupe sur des par- non transparentes du corps des larves de salamandre. Les artérioles les plus es contractent les unes avec les autres des anastomoses de plus en plus nom- ises en se ramifiant, et ces anastomoses finissent par constituer un réseau con- , d'où naissent les commencements des veines. Ces transitions rétiformes des res aux veines sont nommées *vaisseaux capillaires*, à cause de leur ténuité. ne peut pas dire précisément quel est le point où ces vaisseaux cessent d'être artères et commencent à être des veines, car la transition se fait d'une ma- e insensible; les réseaux ont cependant cela de particulier qu'ils conservent out le même diamètre, qu'ils ne se rétrécissent plus dans un sens, comme font artères et les veines, et que les points où ils commencent à augmenter de ca- sont précisément ceux qui marquent et la fin des artères et le commencement veines. Mais ce n'est point là un motif pour admettre, avec Bichat, un système llaire particulier, distinct de l'artériel et du veineux.

es vaisseaux capillaires les plus déliés sont appropriés au diamètre des corpus- s du sang. On les mesure dans des parties qui ont été injectées avec soin. Leur nètre varie de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{4000}$ et même $\frac{1}{3000}$ de pouce. Les éléments des tissus, nne fibres de tissu cellulaire, fibres musculaires, etc., sont pour la plupart ucoup plus ténus.

a forme des réseaux capillaires est en général fort simple ; il n'y a guère de dif- nces que dans le plus ou moins de largeur des mailles, et leur forme, tantôt régu- e, tantôt plus ou moins allongée. Ce que Sœmmering, Dœllinger et Berres (1) observé, ce dernier surtout en ses belles recherches sur les différences que vaisseaux capillaires présentent dans les divers tissus, est fort exact, mais ne plique point aux réseaux eux-mêmes, et ne concerne que la forme des arté- es et des veinules qui s'y distribuent. Ainsi Sœmmerring fait remarquer que la escence ressemble, dans les intestins grêles, à un arbre dépouillé de son feuil- , dans le placenta à une houppe, dans la rate à un goupillon, dans les muscles à fagot, dans la langue à un pinceau, dans le foie à une étoile, dans les testicules es plexus choroïdes du cerveau à une boucle de cheveux, dans la membrane itaire à une grille. Dans les branchies, les artères et les veines suivent la direc- n des feuillets branchiaux, de manière que le petit courant artériel monte d'un

(1) *Medic. Jahrbuecher des œsterreichischen Staates*, t. XIV.

côté, et que le petit courant veineux descend de l'autre côté. Suivant E.-H. Weber, la distribution des vaisseaux est dendritique dans les tendons, sans qu'ils fassent exactement suite aux vaisseaux divisés en longues branches de la substance musculaire. On trouve, dans la substance corticale des reins, des glomérules particuliers de vaisseaux sanguins, au milieu des réseaux capillaires. Ces petits corps ronds (*corpora Malpighiana*) sont des pelotons de la branche artérielle qui pénètre dans leur intérieur, et sur laquelle ils reposent comme un fruit sur son pédicule. Aux extrémités des villosités du placenta humain, une artère capillaire s'infléchit pour devenir veine capillaire, ainsi que l'ont fait voir les belles recherches de E.-H. Weber. Les ramifications vasculaires marchent en long entre les fibres musculaires et nerveuses; mais les capillaires représentent ici des réseaux entourant les fibres parallèles, de même qu'ils le font dans les testicules autour des conduits séminifères enroulés. Les artérioles suivent bien les divisions des feuillets branchiaux dans les branchies des larves de salamandre, et dégénèrent en veinules branchiales descendantes; mais, entre celles-ci et celles-là, il y a aussi un réseau, même dans les lamelles les plus petites.

Les réseaux les plus serrés, ceux qui ont les plus petites mailles, se rencontrent dans les poumons, dans la choroïde, moins déjà dans l'iris et le corps ciliaire, ensuite dans le foie, les reins, les membranes muqueuses, le derme. Je trouve, dans la choroïde du dindon, que les intervalles ont une largeur égale, ou même inférieure, au diamètre des vaisseaux capillaires. Dans les poumons de l'homme, ils sont un peu plus petits que les courants. Dans les reins de l'homme et du chien, j'ai vu que leur rapport au diamètre des capillaires injectés était de 1 : 4 — 1 : 3. Au cerveau, qui reçoit une très grande quantité de sang, mais où ce liquide se distribue, au sortir des capillaires, dans des réseaux moins nombreux, de manière qu'il en ressort plus vite, en même quantité, qu'il n'y était entré, E.-H. Weber a reconnu que le diamètre des capillaires était au diamètre longitudinal des mailles dans le rapport de 1 : 8 — 10, et à leur diamètre transversal dans celui de 1 : 4 — 6. Il a trouvé les petits tubes beaucoup plus gros dans les membranes muqueuses, la conjonctive palpébrale par exemple, et dans le derme, que dans le cerveau; mais les intervalles étaient moins grands, dans la proportion de 1 : 3 — 4. Ils étaient beaucoup plus larges dans le périoste. Les os, les cartilages, les ligaments, les tendons, sont les parties du corps qui reçoivent le moins de sang, et qui ont le moins de vaisseaux capillaires. C'est sur la limite entre les fibres musculaires et les fibres tendineuses, qu'on peut juger de la grande différence qui existe entre elles quant à la richesse en vaisseaux sanguins. Suivant Dœllinger, les petits vaisseaux des muscles reviennent pour la plupart sur eux-mêmes, et ne sont pas unis d'une manière étroite aux rares vaisseaux des tendons. Prochaska (1) a observé le même rapport entre la partie libre des membranes synoviales et celle qui revêt le cartilage articulaire.

Certains tissus n'ont point de capillaires, ni, en général, de vaisseaux sanguins. Tels sont le tissu corné, le tissu dentaire et le tissu du cristallin. On n'en trouve pas non plus dans les divers épithélium, ni, par conséquent, dans la couche la plus intérieure et lisse des membranes séreuses, tandis que le reste de ces dernières possède

(1) *Disquisitio anatomico-physiologica organismi humani.* Vienne, 1812, p. 96.

les vaisseaux sanguins. Bleuland et Schrœder van der Kolk les ont injectés dans les membranes séreuses. Il y a de rares vaisseaux sanguins dans les cartilages; on peut, chez les enfants injectés avec soin, les suivre du périchondre dans l'intérieur des cartilages. La rotule est parsemée, longtemps avant son ossification, de canaux qui contiennent des vaisseaux, et les cartilages permanents eux-mêmes, par exemple ceux des côtes et de l'oreille, m'ont offert, çà et là, sur leur coupe transversale, chez un enfant injecté, des vaisseaux sanguins qui pénétraient profondément dans le cartilage, sans que la masse de celui-ci offrît aucun réseau vasculaire (1).

Plusieurs parties transparentes de l'œil contiennent aussi des vaisseaux sanguins, comme la cornée et la capsule cristalline. La substance profonde de la cornée, qui est un cartilage, n'a jamais été injectée; mais je me suis souvent convaincu que le feuillet conjonctival de cette membrane possède, chez le fœtus de vache, des vaisseaux qui contiennent du sang et qu'on peut suivre à la loupe jusqu'à plus d'une ligne au-delà du bord de la cornée. Henle a injecté et figuré ces vaisseaux (2). Retzius a fait la même remarque sur des yeux injectés d'adulte.

La paroi postérieure de la capsule cristalline contient encore, chez les animaux adultes, des vaisseaux sanguins provenant d'une branche de l'artère centrale, qui traverse le corps vitré pour s'y rendre : c'est ce que j'ai vu, dans des yeux frais de veau et de bœuf, où ces vaisseaux renferment parfois encore du sang. Zinn avait déjà fait la même observation.

Quand nous disons qu'il y a des vaisseaux sanguins jusque dans les membranes transparentes, nous n'entendons pas par là que tous les vaisseaux de ces parties soient réellement assez gros pour admettre les corpuscules rouges du sang; au contraire, il est vraisemblable qu'ils n'en laissent passer que la partie liquide, ce qu'on nomme la liqueur du sang. Il peut fort bien exister aussi, dans d'autres parties du corps, des capillaires non moins déliés, qui ne reçoivent ordinairement des artères que la liqueur du sang, et qui ensuite transmettent celle-ci aux veines (*vasa serosa*).

Les capillaires ne sont pas de simples sillons creusés dans la substance des organes : ils ont des parois membraneuses. Il y a certaines parties où, à l'aide de la macération, on parvient à dissoudre la substance interposée entre eux, et à les obtenir isolés. Tel est le cas des capillaires des reins, et de ceux qui existent dans la membrane vasculaire du limaçon des oiseaux (3). On réussit même quelquefois à distinguer, au microscope, la paroi des capillaires, sous la forme d'une membrane propre. Schwann a vu, dans la queue des têtards de grenouilles, que les vaisseaux capillaires sont entourés d'une membrane mince, mais facile à discerner, et il a même pu apercevoir, sur les plus gros, des fibres circulaires semblables à celles qui

(1) Dans les précédentes éditions, je m'en référais, pour les vaisseaux sanguins des cartilages, à un renard injecté que j'avais vu à Utrecht, et où les cartilages de la trachée-artère, du larynx, des côtes, étaient couverts d'un réseau vasculaire serré; mais ce fait ne s'applique, en réalité, qu'aux vaisseaux du périchondre. Une lettre de Valentin m'a fait savoir qu'il existe des cartilages injectés dans le cabinet de Bleuland, à Utrecht.

(2) *De membrana pupillari aliisque membranis oculi pellucentibus*. Bonn, 1832. — *V.* aussi Reimer, dans Ammon's *Zeitschrift fuer Ophthalmologie*, t. V, p. 21.

(3) Windischmann, *De penitiori auris structura in amphibiis*. Bonn, 1831.

existent sur les artères. Un autre phénomène observé par lui consiste en ce que les vaisseaux capillaires offrent, de distance en distance, des noyaux de cellules : ce phénomène tient à ce qu'ils naissent de cellules qui s'accolent les unes aux autres et perdent leurs cloisons (1).

Mouvement du sang dans les capillaires.

Lorsqu'on examine au microscope les parties transparentes d'un animal vivant, on s'aperçoit que le mouvement pulsatif ou rhythmiquement accéléré du sang cesse dans les plus petites artères et les vaisseaux capillaires, du moins chez l'adulte, et qu'arrivé là, le liquide coule d'une manière continue et uniforme. Mais, quand les animaux s'affaiblissent, on remarque que les corpuscules du sang, tout en formant un courant continu dans les artérioles et les capillaires, y ont cependant un mouvement pulsatif et saccadé. C'est aussi ce qu'on voit chez les animaux fort jeunes, sans qu'ils aient besoin pour cela d'avoir été débilités. Si la force du cœur diminue davantage, les corpuscules du sang ne forment plus un courant continu dans les petites artères et les capillaires : ils n'y marchent plus que par saccades ; et, si la faiblesse est plus grande encore, ils rétrogradent même un peu après chaque saccade qui les a portés en avant. On juge d'après cela que c'est la force du cœur qui meut le sang jusque dans ces vaisseaux. Plus les animaux s'affaiblissent, plus le choc doit être sensible ; car, quand la pression exercée par le cœur est faible, les artères se distendent peu, de sorte qu'elles peuvent, en vertu de leur élasticité, se rapprocher du minimum de leur lumière. Or, qu'il n'y ait plus de distension, et la réaction élastique cesse aussi.

La résistance que les vaisseaux capillaires opposent au sang peut être évaluée d'après les expériences de Hales et de Keill. Keill compara les quantités de sang qui s'écoulent par l'artère et la veine crurales ouvertes sur un chien vivant ; le rapport entre ces quantités étant de 7 $\frac{1}{4}$: 3, il concluait que la résistance est $\frac{9}{15}$ de la force du sang artériel. Suivant Hales, lorsqu'il soumettait l'intérieur de l'artère mésentérique d'un animal mort à la pression d'une colonne d'eau de quatre pieds et demi, et coupait l'intestin vis-à-vis le mésentère, les petits vaisseaux coupés ne laissaient échapper, dans un laps de temps donné, que le tiers de la quantité d'eau qui s'écoulait par les troncs ouverts de ces mêmes vaisseaux, en sorte que la résistance des petits vaisseaux s'élevait aux deux tiers de la pression.

Divers écrivains ont cru que la force du cœur ne suffisait pas pour chasser le sang à travers les vaisseaux capillaires, et qu'il y a besoin pour cela de forces accessoires spéciales. Cette hypothèse est très bien réfutée par une expérience de Magendie. On lie la cuisse d'un chien, sans comprendre l'artère ni la veine crurales dans la ligature ; qu'alors on vienne à lier la veine, elle se gonfle du sang qui revient de la cuisse, et le laisse échapper en jet, si l'on y pratique une piqûre. Comprime-t-on l'artère, le sang veineux cesse peu à peu de couler ; mais l'écoulement se rétablit dès qu'on ne comprime plus l'artère. Poiseuille, en faisant usage de l'instrument dont la description a été donnée plus haut, a mesuré la pression du sang dans la portion périphérique d'une veine, et trouvé, par une série d'expé-

(1) Schwann, *Microscopische Untersuchungen*. Berlin, 1838, p. 183.

iences, que cette pression est proportionnelle à celle du sang dans les artères, vec laquelle elle diminue et augmente.

Treviranus, Carus, Dœllinger et Œsterreicher ont attribué au sang, comme 'avait déjà fait Kielmeyer, une force propulsive particulière, en vertu de laquelle l se porte vers les vaisseaux capillaires et s'en éloigne ensuite, force qui, suivant ux, doit, pendant la vie, agir encore après la cessation de l'action du cœur, et ndépendamment d'elle. Le sang ne peut pas avoir par lui-même de direction, et l faudrait pour cela qu'il fût attiré par la substance des capillaires, comme semblent l'admettre Beaumgærtner et Koch. Or, s'il était réellement attiré par les aisseaux capillaires et la substance vivante, il pourrait bien s'y accumuler; mais n ne voit pas comment cette attraction favoriserait la circulation; car elle déterminerait le liquide à séjourner dans les capillaires, ou bien il faudrait supposer ncore que la substance vivante ne l'attire dans les capillaires qu'autant que, rovenant des artères, il a une couleur vermeille, et qu'une fois la conversion en ang veineux opérée, l'affinité réciproque entre lui et la substance cesse. A ces onditions seulement, les capillaires pourraient être le siége d'une force accessoire idant à la circulation. Mais la turgescence des parties à certaines époques ne rouve nullement en faveur de l'existence de cette force, puisqu'il s'opère alors ne accumulation du sang.

Ce qui semblait le mieux justifier l'hypothèse d'une coopération vivante du sang l'œuvre de la circulation, c'est l'observation faite par Wolff et Pander, que, chez e poulet, le sang se forme dans l'*area vasculosa* avant qu'on commence à voir le œur battre, et que, dès avant ce moment, il coule déjà de la périphérie de l'*area asculosa* vers le cœur. Mais cette dernière assertion est complétement incertaine; lle n'a pu être vérifiée depuis ni par Baer ni par aucun autre observateur.

Les autres motifs qu'on allègue en faveur de la force propulsive du sang se ondent sur ce que le mouvement de ce liquide continue sans battements du œur. Il est deux conditions sous lesquelles, à l'aide du microscope, on voit le ang continuer encore de se mouvoir dans les vaisseaux capillaires d'une partie qui a été détachée du corps :

1° Tant que le sang coule par la plaie faite aux troncs vasculaires, ce qui doit gir sur son état dans les capillaires. Ainsi j'ai observé des mouvements lents, dirigés des petits vaisseaux vers les gros (par conséquent vers les ouvertures des troncs ouverts), pendant dix minutes après l'ablation d'une patte, chez la grenouille. Ces mouvements tiennent uniquement à l'écoulement du sang, pendant que les vaissseaux, en vertu de leur élasticité, prennent un diamètre moindre que celui qu'ils avaient auparavant dans l'état de distension violente. On aperçoit aussi ce rétrécissement au microscope. Lorsqu'on soulève la surface d'où le sang s'écoule, en portant la patte en l'air, l'écoulement du sang cesse plus tôt, et cinq à six minutes suffisent pour qu'on ne voie plus aucun vestige de mouvement dans les vaisseaux capillaires (1).

2° Lorsqu'on fait tomber les rayons du soleil sur une partie humide qui a été détachée du corps, la surface de cette partie, en se desséchant, se fronce avec tant rapidité que le changement devient visible à l'œil nu. Ce phénomène tient à ce

(1) *Comp.* Wedemeyer, *Ueber den Kreislauf des Blutes.* Hanovre, 1828, p. 233.

que les vaisseaux capillaires se vident plus promptement, ce qui, joint à l'effet de l'éclairage par la lumière directe du soleil, produit l'apparence d'un mouvement vibratoire. Par conséquent, comme je l'ai vu sur une aile de chauve-souris séparée du corps, des traces de mouvement vibratoire s'observent, même durant des heures entières, dans les vaisseaux les plus déliés, mais dans les points seulement à travers lesquels on fait passer la lumière solaire et à l'instant de ce passage. Le froncement extrêmement rapide de la surface se voit à l'œil nu. Si l'on humecte de nouveau le point qui se fronce, le froncement cesse pour quelques instants; et, avec lui, le mouvement vibratoire dans l'intérieur des vaisseaux; mais les deux phénomènes reparaissent dès que l'évaporation et la dessiccation recommencent. Même au bout d'un jour et demi, j'ai pu encore apercevoir des vibrations dans l'intérieur de l'aile ainsi humectée, en ayant recours à la lumière directe du soleil.

Dans les parties qui tiennent encore au corps, mais sur lesquelles le cœur n'exerce plus d'influence, soit parce que les artères ont été liées, soit parce qu'on l'a frappé lui-même de mort, au moyen d'un alcali, le mouvement du sang persiste jusqu'à ce que l'élasticité des artères ait réduit ces vaisseaux à leur minimum de diamètre.

Si le sang agissait par une sorte d'attraction envers les capillaires, le rôle principal appartiendrait incontestablement à ses corpuscules. Dans les circonstances où le courant du liquide est suspendu d'une manière subite par des obstacles mécaniques, ces corpuscules pourraient obéir à leur force d'attraction dans l'intérieur de la liqueur du sang arrêtée, et par conséquent continuer de se mouvoir. C'est ce qui n'a pas lieu. Lorsqu'on comprime subitement le membre d'une grenouille dont on observe la circulation dans la membrane natatoire, le mouvement du sang s'arrête complétement et instantanément, et avec lui celui des corpuscules.

Tous les motifs qu'on a allégués jusqu'à présent contre la coopération du sang à la circulation s'élèvent aussi contre l'hypothèse qui attribue à l'influence des nerfs une part au mouvement du sang à travers les capillaires.

Treviranus et Baumgærtner sont ceux qui ont le plus soutenu cette hypothèse. Autant il est certain que la turgescence des parties, que leur attraction pour le liquide nourricier, dépend de l'influence des nerfs, autant il est peu démontré que la circulation soit nécessairement favorisée par là. Les nombreuses expériences de Baumgærtner n'ont nullement mis en évidence que les nerfs jouent un grand rôle dans la circulation à travers les vaisseaux capillaires. Cet observateur, qui aime la vérité, a la franchise d'avouer qu'un grand nombre de ses ingénieuses expériences n'ont pas force probante: mais une multitude de preuves incomplètes n'équivalent pas à une démonstration catégorique. Baumgærtner (1) détermina, entre le nerf sciatique et les orteils d'une grenouille, un fort courant galvanique, qui détruisit l'irritabilité du nerf: après quoi la circulation cessa presque toujours dans le membre. Mais, comme ici l'intensité du courant électrique avait détruit la force nerveuse, la cause qui empêche le sang de se coaguler avait été détruite aussi, et d'ailleurs le galvanisme détermine déjà la coagulation de l'albumine dans le sang. Baumgærtner a vu la circulation se ralentir après la destruction de la moelle épinière, quoique le cœur continuât encore de battre; mais le mouvement de cet

(1) *Beobachtungen ueber die Nerven und das Blut*. Fribourg. 1830.

organe lui-même était fort affaibli, et toutes les expériences dans lesquelles il ne s'agit que d'un plus ou d'un moins ne prouvent rien. Treviranus prétend que la circulation s'arrête dans la membrane natatoire après la section du nerf sciatique ; mais Baumgærtner lui-même a reconnu qu'il n'en était pas ainsi quand on avait soin d'entretenir la membrane convenablement humide.

Les nombreuses expériences de Wilson Philip (1) ne prouvent rien moins que l'influence des nerfs sur le mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires. Les narcotiques, opium et infusion du tabac, que ce physiologiste mettait en contact avec le cerveau et la moelle épinière, ralentissaient le mouvement dans les capillaires, mais par le cœur ; la destruction brusque des parties centrales du système nerveux fait cesser la circulation dans les vaisseaux capillaires, mais en frappant le cœur de mort.

Koch (2) avait fait une expérience ingénieuse pour voir si les nerfs prennent part au mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires, et cette expérience, par sa simplicité, pouvait réellement conduire à un résultat. Il observa qu'après l'amputation de la patte d'une grenouille, la circulation ne continuait que pendant trois minutes dans la membrane natatoire ; mais elle persistait depuis un quart d'heure jusqu'à une demi-heure lorsqu'on avait coupé toutes les parties molles, en ménageant seulement le nerf sciatique. J'ai répété cette expérience ; elle ne m'a pas donné les mêmes résultats. Après l'amputation de la patte, chez des grenouilles robustes, j'ai vu des mouvements lents persister encore pendant dix minutes dans la membrane natatoire, et il n'y avait pas de différence lorsque je ménageais le nerf sciatique. Une chose qui a pu devenir ici cause d'erreur, c'est que la grenouille continue de mouvoir volontairement les muscles de la cuisse amputée, tant que le nerf sciatique entretient la communication entre le membre et le corps : or, après une contraction de ces muscles, on aperçoit toujours un petit mouvement dans le sang des vaisseaux capillaires ; mais ce mouvement a une cause purement mécanique.

Longtemps après la section des nerfs il survient quelquefois, dans les vaisseaux capillaires d'une partie qui dépend d'eux, une sorte de décomposition, avec inflammation et gangrène. On ne peut naturellement rien conclure de là touchant la question qui nous occupe. C'est ainsi que j'ai vu la gangrène se déclarer au talon chez des lapins auxquels on avait coupé le nerf sciatique.

Il paraît qu'on doit rapporter ici l'observation faite par Stilling (3), que des moisissures s'étaient développées aux orteils des pattes de derrière, chez des grenouilles dont on avait détruit la partie inférieure de la moelle épinière. L'auteur remarqua aussi, dans la membrane natatoire de ces animaux, une stase du sang, qu'il attribue à la paralysie de la contractilité des vaisseaux capillaires. Les phénomènes sont fort complexes ici. La nutrition et la contractilité des capillaires subissent en même temps un changement. La simple ampliation des capillaires dans une partie quelconque ne pourrait pas occasionner la stagnation du sang. Mais, quand la contractilité organique des artères est détruite dans la totalité d'un membre, la pression

(1) *An experimental inquiry into the laws of the vital functions.* Londres, 1817.
(2) Meckel's *Archiv*, 1827, p. 443.
(3) Mueller's *Archiv*, 1841.

constante à laquelle le sang est soumis dans ces vaisseaux se trouve réduite au seul effet de l'élasticité, de sorte qu'il y a suppression d'une partie des causes qui déterminent la propulsion du sang durant les intervalles des battements du cœur. La paralysie de la contractilité des vaisseaux fait donc perdre au courant de ce liquide une partie de sa continuité, et le rapproche d'un courant saccadé.

Turgescence.

L'attraction des humeurs vers les parties vivantes donne lieu aux phénomènes de la turgescence. C'est chez les végétaux que ces phénomènes sont le plus faciles à observer, parce que là il manque un organe donnant impulsion à la circulation, comme le cœur. Une plus grande quantité de sucs afflue vers l'ovaire qui renferme l'ovule fécondé. *Ubi stimulus, ibi affluxus.* Des phénomènes analogues se passent aussi chez les animaux.

On a réuni sous le nom de *turgescence* (*turgor vitalis*) tous ces phénomènes d'accumulation active des humeurs qui ne dépendent pas du cœur, et qui ne résultent pas non plus d'un obstacle au retour des liquides (1).

En beaucoup de circonstances de la vie, le conflit entre la substance et le sang, l'affinité organique entre l'une et l'autre, qui est de fait dans la nutrition, augmente, avec accumulation du sang dans les vaisseaux dilatés des organes. C'est ce qui arrive aux parties génitales dans le temps du rut, à la matrice pendant la grossesse, à l'estomac durant la digestion. Les tubérosités des os crâniens du cerf sur lesquelles s'implante le bois offrent, au renouvellement de cette production, une véritable ascension des humeurs, comme chez les plantes; car, bien qu'elles reçussent du sang jusque là, elles n'en avaient cependant que fort peu. Ces congestions locales de sang, ces dilatations et ces développements de vaisseaux, sont surtout fréquents chez l'embryon, où ils varient suivant les organes que la force productive fait naître comme parties ou membres successivement nécessaires du tout. Les branchies des salamandres et des grenouilles, la queue des têtards de grenouilles meurent, au contraire, lorsque vient à cesser l'affinité organique entre la substance et le sang.

On a songé, pour expliquer ces phénomènes, à un accroissement de la contraction des artères. Il est possible, en effet, d'attribuer aux vaisseaux une participation essentielle à la manifestation de phénomènes aussi soudains et passagers que la rougeur dont la face se couvre par l'effet de la honte et d'autres passions vives : on conçoit quelles conséquences doivent survenir quand non seulement les artères, mais encore les veines, se resserrent, et que le sang se trouve par là refoulé dans les capillaires; mais on ne pourrait expliquer ainsi les congestions de sang actives et permanentes. Pour se rendre compte de l'accroissement de la quantité du sang dans la matrice pendant la grossesse, dans les poumons et autres organes à l'époque de certains développements, il est indispensable d'admettre une augmentation locale de l'affinité entre ce liquide et la substance. Peut-être doit-on également ranger ici la rubéfaction de la peau par l'action d'une brosse et par celle des irri-

(1) HEBENSTREIT, *De turgore vitali*. Leipzig, 1795. — Cet ouvrage ne contient cependant pas des vues exactes sur la turgescence.

tants auxquels on donne le nom de rubéfiants, tels que le raifort, le garou, etc. Il faut également y rapporter les congestions actives du sang dans des organes qui sont soumis à l'influence d'une irritation, le cerveau, etc. (1).

Schwann a proposé, de ces phénomènes, une autre explication qui éviterait d'admettre que le sang fût attiré. En effet, la cessation de la contraction vivante continue des capillaires peut entraîner l'ampliation de ces vaisseaux, et par là donner lieu à un afflux plus considérable du sang vers l'organe (2). Cependant les phénomènes qui succèdent à l'action des rubéfiants indiquent bien plutôt un état actif qu'une rémission d'un état actif.

Thomson, Wilson, Hastings, Kaltenbrunner, Wedemeyer et Koch ont fait des observations relativement à l'action que les influences chimiques exercent sur les vaisseaux capillaires. Certaines substances déterminent une ampliation extraordinaire des capillaires, comme le sel marin ; d'autres les resserrent, comme le froid ; il en est aussi qui produisent d'abord un resserrement, bientôt suivi d'ampliation. Du reste, ces expériences sont peu concordantes entre elles.

Inflammation.

Il faut distinguer des phénomènes de la turgescence, pendant l'état de santé, l'inflammation, dont la marche a également été étudiée au microscope (3).

Un organe enflammé contient plus de sang dans ses capillaires à quelque moment que ce soit de l'inflammation ; mais le mouvement de ce liquide à travers les vaisseaux est tout à fait différent à des époques diverses. D'abord, non seulement le sang afflue en abondance vers le parenchyme enflammé, mais encore il repasse sans de grands obstacles dans les veines. A mesure que l'inflammation fait des progrès, la circulation s'arrête, en premier lieu dans quelques capillaires, puis dans un nombre de plus en plus croissant ; et, au fort de la maladie, tous les capillaires sont pleins de sang, vraisemblablement coagulé, ou, dans tous les cas, stagnant et frappé d'un mode quelconque de décomposition. Les membranes, qui offrent une libre surface, laissent épancher, au moment où la réplétion de leurs capillaires est arrivée au maximum, la fibrine dissoute dans le sang, qui se coagule sur la surface de l'organe, et y produit une fausse membrane. Quand l'exsudation ne peut avoir lieu, la matière coagulée s'amasse dans les capillaires des organes eux-mêmes. Lorsque cette congestion ne survient que dans certains points du système capillaire, et qu'il reste des vaisseaux libres pour entretenir une circulation incomplète, l'organe ne fait qu'augmenter de densité, phénomène qu'on appelle *hépatisation* dans les poumons et *induration* ailleurs. Le travail local change aussi la masse entière du sang, comme pourrait le faire un ferment ; car la quantité de la fibrine augmente dans le sang inflammatoire, et presque toujours en proportion surprenante, ainsi

(1) *Comp.* Bonorden, dans Meckel's *Archiv*, 1827, p. 537. — Wedemeyer, *loc. cit.*, p. 412.

(2) *Encyclop. Warterbuch der medic. Wissenschaften*, t. XIV, p. 233.

(3) Thomson. *Traité de l'inflammation*, traduit par Jourdan et Boisseau. Paris, 1828. — Kaltenbrunner, *Exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione*. Munich, 1826. — Koch, dans Meckel's *Archiv*, t. VI. — H. Lebert, *Physiologie pathologique*, Paris, 1845, t. I, in-8.

qu'on le savait déjà d'après les recherches d'anciens observateurs, et comme l'ont péremptoirement démontré Andral et Gavarret (1).

Quand, par la violence de l'inflammation, la circulation cesse entièrement dans un organe, que tous les capillaires contiennent du sang non seulement coagulé, mais encore décomposé, et que la substance est elle-même décomposée, la partie tombe en gangrène, c'est-à-dire qu'il survient une mort locale. Enfin, lorsque l'inflammation est entretenue pendant plus longtemps encore par de nouvelles causes ou par la persistance des anciennes, la substance de l'organe subit un mode particulier de décomposition : il se forme du pus, contenant un grand nombre de cellules à noyau, de production nouvelle, qu'on appelle corpuscules du pus, et qui se détachent du tissu suppurant. Nous traiterons ailleurs de ce liquide (1).

L'inflammation débute, il est vrai, par des phénomènes qui ressemblent à ceux de la turgescence : le changement qu'a éprouvé l'affinité organique entre la substance et le sang fait que les organes reçoivent plus de liquide qu'auparavant, et s'opposent à son départ. Mais il faut bien se garder d'appeler accroissement de la vitalité ce qui produit un trouble dans la fonction et détermine la nature à faire un effort dont la tendance est de réparer le changement matériel occasionné par l'irritation de l'organe, de mettre un terme à la lésion qui empêche celui-ci d'agir. Si la vie était exaltée, les terminaisons morbides de l'inflammation n'auraient point lieu. Dans la reproduction du bois des cerfs, dans l'érection de la verge, dans l'état de la matrice après la conception, il y a réellement turgescence accompagnée d'augmentation locale de la force vitale ; l'irritation et la force vitale s'accroissent ici pour ainsi dire à degré égal. Mais, dans le phénomène de l'inflammation, le changement matériel devient seul plus prononcé, et ce changement n'est point homogène à l'organe, tandis qu'il l'est dans la turgescence. De là vient qu'il se forme de nouvelle substance musculaire pendant la turgescence de la matrice remplie du produit de la conception, tandis que la métrite donne naissance, non point à une nouvelle substance homogène à la matrice, mais à de la fibrine, la même matière qui altère les tissus enflammés du poumon, des nerfs, etc. Enfin la fonction d'une partie enflammée est toujours en souffrance, tandis que celle d'une partie turgescente est exaltée. C'est ainsi seulement qu'on parvient à comprendre que le changement matériel qui accompagne l'inflammation puisse entraîner la mort locale.

L'inflammation provient de l'irritation des vaisseaux capillaires ; mais elle ne consiste ni en une augmentation ni en une diminution de la vie ; il n'y a là ni sthénie ni asthénie, mais un état particulier, qui comporte encore d'abord le jeu normal des forces, et qui ne manque jamais de les épuiser en proportion de son développement dans un organe important, lorsqu'elles ne l'étaient pas déjà au début. L'essence de l'inflammation consiste en un conflit morbide entre la substance et le

(1) *Annales des sciences naturelles*, t. XIV, 1840, p. 361.

(2) Les principaux écrits sur la suppuration sont : Guetterbock, *De pure et granulatione*. Berlin, 1837. — Wood, *De puris natura atque formatione*. Berlin, 1837. — Vogel, *Ueber Eiter, Eiterung und die damit verwandten Vorgænge*. Erlangen, 1838. — Henle, dans le *Journal d'Hufeland*, t. LXXXVI. — F. D'Arcet, *Recherches sur les abcès multiples*. Paris, 1845. — Castelnau et Ducrest, *Recherches sur les abcès multiples comparés sous leurs différents rapports*. (Mémoires de l'Académie de médecine, Paris, 1846, t. XII.) — Ch. Sédillot, *De l'infection purulente ou Pyoémie*, Paris, 1849.

sang, provoqué par un changement matériel, et qui se compose d'une lésion locale, d'une propension locale à la décomposition, enfin d'une action organique cherchant à tenir en équilibre la tendance à la décomposition, but auquel elle parvient quelquefois, en faisant naître des phénomènes d'une plaie qui guérit, mais que parfois aussi elle manque.

III. Veines.

La force du cœur suffisant pour pousser le sang à travers les artères et les vaisseaux capillaires, et, malgré tous les obstacles, à le ramener par les veines au centre de la circulation, la quantité de sang qui revient au cœur, dans un laps de temps donné, est égale à celle qui en sort par les artères pendant ce même intervalle. Mais le cœur peut être aidé dans sa fonction par des moyens accessoires particuliers. Ces moyens sont les valvules, dont la disposition est telle qu'une pression intermittente exercée sur les veines facilite la marche du sang vers le cœur, tandis que le défaut d'exercice doit, par cela même, rendre la circulation plus difficile.

Beaucoup d'auteurs modernes prétendent que la force de succion du cœur contribue pour une certaine part à la circulation. Dans cette hypothèse, les cavités de l'organe, après s'être contractées, reviennent à un état moyen de dilatation, et produisent ainsi un vide relatif (1). Wedemeyer et Guenther ouvrirent la veine jugulaire d'un cheval au-dessous d'une ligature qu'ils y avaient appliquée; ils introduisirent ensuite dans le vaisseau un cathéter luté avec un tube de verre recourbé. La longue branche ascendante de ce tube fut plongée dans un vase plein d'eau. Wedemeyer et Guenther virent alors que le liquide montait de quelques pouces à chaque pulsation, par conséquent d'une manière isochrone à chaque diastole de l'oreillette, et qu'ensuite il retombait.

Cependant un fait prouve bien que la force aspirante du cœur ne peut être la principale cause du mouvement du sang dans les veines: c'est que la puissance propulsive de cet organe s'étend jusque dans les veines, et qu'un tronc veineux coupé en travers laisse échapper continuellement du sang par le bout opposé au cœur, celui qui communique avec les vaisseaux capillaires et les artères.

L'inspiration détermine également un afflux du sang veineux dans les oreillettes, comme l'a fait voir Barry. En agrandissant la poitrine, elle y produit un vide relatif, que tout liquide, du dehors ou du dedans, doit tendre à occuper. L'air du dehors vient remplir en partie ce vide, parce que les poumons se dilatent proportionnellement à l'ampliation de la poitrine; la pression atmosphérique doit aussi obliger les liquides intérieurs à affluer dans les vaisseaux et à engorger les troncs. La même chose a lieu pour ceux-ci dans la diastole des oreillettes. Barry enfonça un tube recourbé dans une ouverture faite à la veine jugulaire d'un animal liée au-dessus de la plaie, et en maintint l'extrémité inférieure dans un vase contenant une liqueur colorée: à chaque expiration, il vit cette liqueur monter dans le tube; mais, pendant l'inspiration, elle se montrait tranquille, ou même descendait un peu.

(1) Zugenbuehler, *Diss. de motu sanguinis per venas*, dans *Archiv der med. und chir. Schweiz. Aerzte*, 1816. — Schubarth, dans Gilbert's *Annalen*, 1817. — Carus les a combattus dans Meckel's *Archiv*, t. IV, p. 412.

Poiseuille s'est servi, pour examiner cette question, de l'hémomètre dont la description a été donnée page 161. Après que l'instrument eut été introduit dans la veine jugulaire externe d'un chien, on observa que le liquide montait au moment de l'expiration et baissait au moment de l'inspiration. L'ascension était de 85 millimètres, et l'abaissement de 90 ; plus tard, la première fut de 60, et le second de 70. Dans les grands efforts, l'ascension était de 140-155 millimètres pendant l'expiration, et l'abaissement de 240-250 pendant l'inspiration.

Barry a estimé trop haut l'influence de l'inspiration sur l'attraction du sang veineux. Cette influence n'agit que sur les troncs veineux voisins de la poitrine, et, dans tous les cas, elle est neutralisée par les obstacles à la circulation qui naissent de l'expiration. Poiseuille n'a observé aucun changement dans le niveau du liquide de son hémomètre lorsqu'il opérait sur des veines éloignées, celles des membres par exemple. L'inspiration vide les troncs veineux de la poitrine, et le sang des autres veines trouve par là moins de résistance. Mais cette influence n'est pas la cause principale du mouvement du sang veineux ; elle n'a point lieu d'ailleurs chez les reptiles, qui respirent par déglutition et non par ampliation de la poitrine ; elle n'existe pas non plus chez les poissons ni chez le fœtus.

Les changements du mouvement du sang qui résultent du mouvement respiratoire produisent un gonflement dans quelques parties, parce que le resserrement de la poitrine au moment de l'expiration comprime les troncs vasculaires, chasse avec plus de force le sang artériel du thorax, et gêne l'afflux du sang veineux dans l'oreillette droite : c'est pourquoi on voit non seulement les veines jugulaires devenir plus grosses pendant l'expiration, mais même le cerveau contenir alors plus de sang ; car, lorsqu'on le met à découvert par la trépanation, on remarque qu'il se soulève un peu pendant l'expiration, et s'affaisse pendant l'inspiration. Magendie dit avoir fait la même observation sur la moelle épinière. Durant la vie, la fermeture du crâne ne permet pas au cerveau de se mouvoir sous l'influence de la respiration ; les parois solides qui l'entourent de toutes parts s'opposent à ce qu'il puisse changer de volume. Tout ce qu'on a dit à cet égard tombe devant l'impossibilité physique.

Quand le mouvement du sang dans les troncs veineux est arrêté par des obstacles mécaniques, les parties aqueuses et chargées d'albumine de ce liquide s'épanchent dans les cavités et dans le tissu cellulaire. Quant à la fibrine, elle n'est généralement pas exsudée. Mais, dans un cas d'ascite observé par A. Magnus, le liquide évacué par la ponction se coagula complétement quelques minutes après sa sortie du corps.

IV. Formations locales particulières dans le système vasculaire.

Cœurs accessoires.

Il existe chez certains animaux des cœurs accessoires, artériels et veineux. Parmi ces formations, celles qu'on connaît depuis le plus longtemps sont le cœur aortique ou bulbe musculeux de l'aorte des poissons et des reptiles nus. Cet organe manque chez les reptiles écailleux, les oiseaux et les mammifères, animaux dont le cœur offre seulement durant les premiers temps de la vie fœtale une disposition qui le rappelle jusqu'à un certain point. Le cœur aortique se rencontre tant chez des

poissons cartilagineux que chez des poissons osseux : il existe, par exemple, dans les chimères, les esturgeons, les squales et les raies, parmi les premiers, ce qui rend remarquable le défaut absolu de bulbe charnu chez les cyclostomes, où j'ai vu qu'il manquait dans les *Petromyzon* et les *Ammocœtes*, comme aussi chez les myxinoïdes.

Les poissons cartilagineux fournissent quelques exemples de cœurs axillaires, de renflements musculeux aux artères axillaires. Duvernoy en a découvert chez les chimères, et J. Davy chez les torpilles; ils manquent chez les raies proprement dites.

On ne connaît de cœur veineux qu'à la queue de l'anguille. Chez cet animal, le cœur caudal est situé à l'extrémité de la veine caudale : il reçoit les veines du bout de la nageoire caudale, et verse le sang dans la veine caudale. Leeuwenhoek, qui avait vu de vives pulsations à cet endroit, n'en avait pas reconnu la source. Le cœur caudal de l'anguille a été découvert par Marshall Hall. Cet organe est double : il y en a un à droite et un à gauche. Il paraît exister aussi dans d'autres genres de la même famille : du moins les *Murænophis* en sont-ils pourvus, mais il manque chez la grande majorité des poissons.

Un cœur accessoire semblerait exister aussi aux organes accessoires externes de l'appareil génital mâle, chez les squales et les raies; du moins J. Davy a-t-il observé là un organe pulsatif qui contenait du sang.

Formations érectiles.

Les organes génitaux érectiles sont composés essentiellement de vaisseaux sanguins, qui présentent une disposition particulière. Leur intérieur est formé en grande partie d'un labyrinthe de veines anastomosées ensemble, qui se gorgent de sang pendant l'érection, mais qui servent aussi de canaux à ce liquide pendant la circulation ordinaire. De ce labyrinthe, le sang passe dans des veines nombreuses qui percent l'enveloppe fibreuse des corps caverneux, tant les veines profondes de la verge, qui sortent entre les racines divergentes des corps caverneux, que la veine dorsale du pénis, qui reçoit aussi celui du corps caverneux de l'urèthre et du gland. La veine dorsale et les veines profondes le versent dans un labyrinthe veineux situé derrière la symphyse des pubis, qui se décharge dans les plexus vésicaux et honteux (1). Il a déjà été traité, à l'occasion de la contractilité des artères, de la substance, d'apparence musculaire, qui forme des faisceaux entre les vaisseaux veineux dans l'intérieur des corps caverneux.

Les artères offrent dans l'intérieur des corps caverneux de la verge, chez l'homme et chez plusieurs mammifères, une disposition spéciale, qui a été découverte par moi. Les artères profondes du pénis se partagent, comme dans d'autres parties, en ramifications de plus en plus déliées, et finissent par dégénérer en capillaires, qui sont contenus dans les parois des gros vaisseaux, notamment des plexus

(1) Cuvier, *Anat. comp.*, t. IV. — Moreschi, *Comment. de urethræ glandisque structura*. Milan, 1817. — Ribes, *Mémoires de la Société médicale d'émulation*, t. VIII, 1817. — Tiedemann, dans Meckel's *Archiv*, t. II, p. 95. — Panizza, *Osservazioni antropo-zootomiche*. Pavie, 1830.— Mayer, dans Froriep, *Notizen*, n° 883.— Mueller, dans *Encycl. Wærterbuch der med. Wissenschaften*, t. XI, p. 462.

Fig. 24.



veineux. Mais les branches de ces artères portent, en outre, de petites excroissances contournées et visibles à la loupe, qui affectent la forme de diverticules, et auxquelles j'ai donné le nom d'*artères hélicines*. Ces diverticules, les uns isolés, les autres réunis en houppe, sont creux, la plupart du temps recourbés, plus rarement en grappe de raisin, comme dans le corps caverneux de l'urèthre du cheval; ils ne s'ouvrent pas dans l'intérieur des espaces veineux où ils font saillie; ce sont des dilatations du système artériel (1). De leurs parties latérales, ou aussi de leurs extrémités arrondies, partent quelquefois des artères capillaires, qui se ramifient dans le tissu spongieux de la verge (2). Le sang parvient des vaisseaux capillaires de la verge dans les espaces des plexus veineux, et de ceux-ci dans les veines efférentes. C'est pourquoi on trouve toujours, sur le cadavre, du sang dans les espaces veineux des corps caverneux. Pendant l'érection, des obstacles mécaniques s'opposent à ce que le liquide revienne de ces corps. En effet, les muscles ischio-caverneux sont alors dans un état violent de contraction, qui fait qu'ils compriment les racines des corps caverneux et les attirent vers les os ischions : de là résulte que le sang éprouve de la peine à revenir des veines profondes des corps caverneux, ainsi que Krause l'a fait voir (3). Ces muscles n'exercent aucune influence immédiate sur la veine dorsale de la verge. Il était intéressant de connaître la force de la pression nécessaire pour donner de la roideur au pénis par l'accumulation d'un liquide dans l'intérieur des corps caverneux. Ayant fait une ouverture au corps caverneux de la verge d'un pénis, j'y fixai, par le moyen d'une ligature, un tube de verre haut de six pieds, qui fut maintenu perpendiculaire et rempli d'eau. Une compression exercée dans le bassin empêchait l'eau de refluer dans les veines du bas-ventre. Une colonne d'eau de six pieds mit la verge dans un état complet d'érection et de roideur. Le sang qui s'accumule dans les corps caverneux pendant l'érection est donc soumis à une pression qui égale celle d'une colonne d'eau haute de six pieds. C'est aussi à peu près celle qui agit sur lui pendant qu'il coule dans les artères.

L'action nerveuse qui détermine l'érection part du cerveau et de la moelle épinière; mais le phénomène peut être provoqué aussi par une excitation des parties génitales elles-mêmes, attendu que les effets centripètes des nerfs sensitifs déterminent la moelle épinière à exercer une influence motrice sur les muscles qui agissent

(1) La figure 24 représente, d'après Müller, quelques unes des artères hélicines, très grossies, de la partie postérieure du corps caverneux de l'urèthre humain.

(2) Mueller's *Archiv*, 1834, p. 202, tab. 13. — Valentin, *ibid.*, 1838, p. 182. — Erdl, *ibid.*, 1841, tab. 15; fig. 1-2. p. 423.

(3) Mueller's *Archiv*, 1837.

endant l'érection. Guenther a observé qu'après la section des nerfs de la verge, hez le cheval, cet animal ne pouvait plus entrer en érection (1). Les nerfs de l'intérieur du pénis sont composés de branches du système de la vie animale et de amifications provenant du plexus hypogastrique (2).

Le lambeau mobile fixé sur le bec du dindon éprouve, quand l'animal est en roie à quelque passion, une érection qui a une certaine analogie extérieure avec elle de la verge, mais qui en diffère quant aux causes internes. Cette caroncule contient en effet, d'après la découverte de Schwann, un fort faisceau de véritable hair musculaire. Cependant Hyrtl a fait l'intéressante observation que le réseau apillaire situé dans la peau de cet organe envoie à la superficie une multitude de rolongements en cul-de-sac qui rappellent les artères hélicines (3)

Il ne faut pas confondre avec l'érection le redressement du mamelon de l'homme et de la femme, sous l'influence d'une irritation mécanique. Ce phénomène a lieu chez l'homme lorsqu'on passe rapidement la main sur le mamelon, qui devient alors et plus mince et plus long. Les femmes qui allaitent passent aussi quelquefois la main avec rapidité sur le mamelon, pour le faire redresser quand il s'est affaissé. Il est très probable que ce phénomène tient à la présence du tissu contractile qu'on trouve épars en diverses régions du corps, sous la peau, comme, par exemple, au dartos, au prépuce, et qui paraît exister aussi autour des follicules cutanés, où il détermine le phénomène connu sous le nom *chair de poule*.

Réseaux admirables des artères et des veines.

Les réseaux admirables sont sans contredit un fait d'anatomie comparée qui intéresse vivement la physiologie. On appelle ainsi la réduction brusque d'une artère ou d'une veine en un faisceau de petites branches, ou en ramifications nombreuses et anastomosées ensemble, qui tantôt se rendent à leur destination chacune séparément (réseaux monocentriques ou diffus), tantôt se réunissent en un nouveau tronc (réseaux amphicentriques). Ces réseaux sont, les uns purement artériels ou veineux, les autres composés de conduits artériels et de conduits veineux, affectant la disposition diffuse ou amphicentrique, sans que ceux d'une espèce s'unissent à ceux de l'autre. Les plus notables sont :

1° Ceux qu'on trouve aux artères et aux veines des membres et de la queue, chez quelques mammifères remarquables par la lenteur de leurs mouvements, comme les espèces des genres *Bradypus*, *Myrmecophaga*, *Manis* et *Stenops* (4).

2° Celui que forment, chez les ruminants et le cochon, les branches de la carotide primitive destinées au cerveau, et dont toutes les ramifications se réunissent pour produire la carotide interne. Rapp (5) a fait voir que, chez les animaux qui

(1) Meckel's *Archiv*, 1828, p. 364. — Guenther, *Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und Thierarzneikunde*. Hanovre, 1837.

(2) Mueller, *Ueber die organischen Nerven der erectilen maennlichen Geschlechtsorgane*. Berlin, 1836.

(3) *Oesterreichische Jahrbuecher*, t. XIX, p. 349.

(4) Carlisle, dans *Philos. trans.*, 1800. — Vrolik, *De peculiari art. extremitatum in nonnullis animalibus dispositione*. Amsterdam, 1826.

(5) Meckel's *Archiv*, 1827.

en sont pourvus, l'artère vertébrale ne va point au cerveau, et qu'elle se rattache à la carotide externe, comme chez la chèvre et le veau, ou que, quand elle a des connexions avec le réseau carotidien, elle ne s'en distribue pas moins principalement dans les muscles de la nuque, comme chez la brebis. Les grenouilles ont un petit réseau admirable au tronc de leur carotide (1).

3° Des réseaux artériels analogues se trouvent dans l'orbite des ruminants, des chats, des oiseaux, d'après Rapp et Barkow (2): ici les artères du bulbe en prennent naissance.

4° Les réseaux admirables des artères intercostales et des veines iliaques, chez les dauphins, ont un volume énorme (3).

5° Quelques uns des plus grands réseaux admirables ont été découverts par Eschricht et par moi chez plusieurs poissons : ils sont composés à la fois de veines et d'artères (4). La grande artère (viscérale) des thons (*Thynnus vulgaris* et *brachypterus*) donne au foie ses branches hépatiques, mais forme au même endroit plusieurs réseaux admirables, pénicillés et très considérables, qui se réunissent de nouveau en troncs dont les ramifications se répandent dans les viscères digestifs. Le sang qui revient de l'intestin et de la rate traverse, avant d'arriver au foie, de pareils réseaux admirables appartenant à la veine porte. J'ai trouvé dans les *Squalus cornubicus* et *vulpes* des vaisseaux admirables sur d'autres points. Ils sont, chez le premier de ces poissons, situés au-dessus du foie, de chaque côté du canal alimentaire. Le sang de l'artère intestinale les traverse, et celui qui revient des veines hépatiques en traverse la partie veineuse avant d'arriver au cœur. Chez le second squale, les réseaux appartiennent aux vaisseaux de l'intestin, de l'estomac et de la rate. Les autres squales n'offrent rien de semblable. Mais il y a, chez le cochon, un réseau admirable des vaisseaux intestinaux.

6° Réseaux admirables de la choroïde. Ils sont tantôt diffus, tantôt amphicentriques. Des réseaux diffus se voient dans la choroïde des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des poissons cartilagineux; des réseaux amphicentriques chez les poissons osseux. Le sang artériel traverse des milliers de tubes capillaires, et se réunit d'un autre côté dans les artères de la choroïde. Les veines se partagent aussi en des milliers de tubes, aboutissant à un tronc veineux qui abandonne l'œil. La grosse artère de la glande choroïdienne vient de la branchie accessoire ou fausse branchie des poissons cartilagineux, organe étranger à la respiration, qui peut quelquefois être entièrement couvert par la peau des cavités branchiales, ou même par des muscles : il reçoit du sang artériel, et donne du sang veineux, l'inverse par conséquent des véritables branchies. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que la veine se convertit, à l'instar d'une veine porte, en artère de la glande choroïdienne. De là vient que son système vasculaire rentre dans la catégorie des réseaux admirables (5).

(1) Huschke, dans Tiedemann's *Zeitschrift*, t. IV, p. 1.

(2) Meckel's *Archiv*, 1829.

(3) Breschet, *Hist. anat. et physiol. d'un organe de nature vasculaire*. Paris, 1836. – Baer, *Nov. act.*, t. XVII.

(4) Eschricht et Mueller, *Ueber die arteriœsen und venœsen Wundernetze an der Leber des Thunfisches*. Berlin, 1836.

(5) *Voy.* J. Mueller, dans *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1839.

Réseaux admirables de la vessie natatoire. Ils sont ou diffus, comme chez les ins et le brochet, ou amphicentriques ; dans ce dernier cas, ils forment les s rouges de la vessie natatoire, dont les artères et les veines se répandent cette vésicule, comme chez l'anguille, la perche, le merlan, etc. Du reste, réseaux admirables se rencontrent à la vessie natatoire, tantôt en l'absence et ôt en présence d'un conduit excréteur allant au pharynx. Ainsi les cyprins, le het et l'anguille ont un conduit, tandis que les gadoïdes, les percoïdes, etc., ont dépourvus. Beaucoup de vessies natatoires qui ont un conduit aérien man- it de réseaux admirables, par exemple chez les esturgeons, les silures, les ées, les saumons.

s formations exercent sur le sang une influence ou mécanique ou chimique. La ibution du liquide dans un grand nombre de petits tubes, qui se réunissent tard, semble avoir pour but d'en ralentir localement le cours, puisque l'aug- tation du frottement doit entraîner cette conséquence. Cette explication con- t à toutes les formes de réseaux admirables. Le passage du sang du système stif à travers deux réseaux capillaires, l'un au canal intestinal, l'autre au foie, it tendre également, chez tous les animaux vertébrés, à ralentir le cours du ide d'une manière locale : les réseaux admirables des poissons précédemment més doivent rendre le courant du sang plus lent encore. Quant à la suppo- n d'un effet chimique, on n'a jusqu'à présent d'autre argument en sa faveur la comparaison avec les glandes lymphatiques, qui sont aussi pour le système phatique des réseaux admirables amphicentriques. Peut-être, dans les réseaux tes, artériels et veineux, outre l'influence de la capillarité des tubes, y a-t-il action des tubes d'une espèce sur ceux de l'autre, qui prépare le sang à la étion gazeuse dont la vessie natatoire est chargée.

CHAPITRE V.

la manière dont les vaisseaux sanguins se comportent dans l'absorption et l'exhalation.

ABSORPTION.

Avant la découverte des vaisseaux lymphatiques, faite par Aselli en 1622, on ibuait l'absorption aux veines. Depuis cette découverte, et quand on eut appris onnaître les lymphatiques dans la plupart des organes, on les considéra comme seuls agents de l'absorption. Le fait du passage immédiat de substances étran- es dans le sang sans coopération des lymphatiques eut besoin, pour être re- uvé, d'une longue série d'expériences, parmi lesquelles on distingue celles de gendie, Emmert, Mayer, Lawrence, Coates, Tiedemann, Gmelin et Westrumb.

Preuves de l'absorption directe par les vaisseaux sanguins.

Magendie et R. Delille lièrent en deux endroits une anse d'intestin de chien, dont vaisseaux lymphatiques avaient été auparavant rendus visibles par un bon repas.

Ils appliquèrent aussi deux ligatures sur les lymphatiques de cette anse, et les coupèrent en travers. Ils se convainquirent qu'aucun autre vaisseau lymphatique ne partait de l'anse intestinale, de sorte que celle-ci ne communiquait plus avec la circulation que par les artères et les veines. Alors ils y injectèrent deux onces de décoction de noix vomique, qu'une ligature empêchait de s'écouler. Au bout de six minutes, on vit paraître les symptômes de l'empoisonnement (1).

Magendie mit une des veines jugulaires à découvert, sur un jeune chien âgé de six semaines, et l'isola dans toute sa longueur, de manière à pouvoir y passer une carte au-dessous d'elle ; puis il fit agir sur le vaisseau une dissolution aqueuse d'extrait alcoolique de noix vomique. Les symptômes d'empoisonnement se manifestèrent dès avant la quatrième minute : ils ne devinrent sensibles, chez un chien adulte, qu'au bout de dix minutes (2).

Ségalas a répété cette expérience d'une autre manière (3). Après avoir lié les vaisseaux sanguins, ou seulement les veines, d'une anse d'intestin, sans léser les lymphatiques, il lui fut impossible de tuer un chien dans l'espace d'une heure, par l'application du poison à l'anse intestinale.

Les expériences de Mayer sur l'injection du cyanure potassique dans les pou[illegible] mons méritent une mention plus détaillée. Deux à cinq minutes suffirent p[illegible] qu'on retrouvât ce sel dans le sang, dont le sérum donna un précipité vert ou ble[illegible] par le chlorure ou le sulfate de fer. Le passage dans le sang est trop rapide p[illegible] qu'on puisse l'expliquer par le cours de la lymphe. La dissolution saline, inje[illegible] dans les poumons, se montra d'abord dans le sang, beaucoup plus tard da[illegible] chyle ; elle annonça sa présence dans le cœur gauche, alors qu'on n'en voyait [illegible] core aucune trace dans le cœur droit, tandis que le contraire aurait dû avoir l[illegible] si l'absorption eût été accomplie par les vaisseaux lymphatiques, puisque la ly[illegible] se mêle avec le sang veineux qui revient du corps. Huit minutes après l'inje[illegible] dans les poumons, on reconnaît le sel dans l'urine ; on le remarque aussi da[illegible] peau, dans le liquide des articulations, dans la cavité du bas-ventre, dans cel[illegible] la poitrine, dans le péricarde, dans la graisse, dans les membranes fibreuses, [illegible] exemple la dure-mère et les aponévroses, dans l'arachnoïde, dans les liga[illegible] capsulaires et latéraux, dans les ligaments internes des articulations (par exe[illegible] les ligaments croisés du genou, le ligament rond de la hanche), dans le p[illegible] chondre, dans les valvules du cœur (4).

Les expériences faites par l'Académie de médecine de Philadelphie (5) sem[illegible] être jusqu'à un certain point en contradiction avec les précédentes, et parler [illegible] faveur de l'hypothèse qui fait regarder les vaisseaux lymphatiques comme [illegible] chargés principalement de l'absorption. Mais, d'après la manière dont elles ont [illegible] conduites, elles ne prouvent rien. Après avoir injecté la solution de cyanure p[illegible] sique dans l'abdomen ou l'intestin, l'Académie trouva, au bout de trente-[illegible] minutes, et même davantage, dans la majorité de ses nombreuses expériences, [illegible] le chyle se colorait sensiblement en bleu par l'addition d'un sel de fer, et qu'[illegible]

(1) Magendie, *Précis de physiologie*, t. II, p. 203.
(2) *Précis de Physiologie*, t. II, p. 279.
(3) Magendie, *Journal de physiologie*, t. II, p. 117.
(4) Meckel's *Archiv*, t. III, 1817, p. 485.
(5) *Philadelph. Journal*, n° 6.

e coloration apparaissait presque toujours aussi dans le sérum du sang et ne. Le délai de trente-cinq minutes est beaucoup trop long : on aurait dû, me l'a fait Mayer, examiner le sang et l'urine quelques minutes après l'injec- ; car les expériences, telles qu'elles ont été exécutées, prouvent seulement que agents chimiques peuvent aussi être absorbés par les vaisseaux lymphatiques. i, dans un cas (le n° 36), deux minutes après qu'un chat eut avalé une once de tion de cyanure potassique, on fit périr cet animal d'hémorrhagie, et l'on re- iva le sel dans l'urine, mais non dans le sérum du sang et le chyle, quoiqu'ici il it pu qu'arriver d'abord dans le sang, et passer de là dans l'urine. La commission l'Académie lia plusieurs fois la veine porte, qui reçoit le sang de l'intestin : ce- dant la noix vomique, introduite dans une anse d'intestin, détermina le tétanos bout de vingt-trois minutes et plus, tandis que, dans d'autres cas, la simple liga- e de cette veine causa la mort, mais sans produire de spasmes. Ces expériences raissent prouver que les vaisseaux du canal intestinal avaient porté le poison dans sang. Cela peut fort bien arriver dans un laps de vingt-trois minutes, sans qu'il nsuive que l'arrivée du poison dans le sang ne puisse s'effectuer dans un plus art délai. D'ailleurs il y a des branches des veines intestinales qui s'anastomosent ec des ramifications de la veine cave inférieure.

Westrumb, après avoir injecté du cyanure potassique dans l'estomac, le retrouva, bout de deux minutes, dans l'urine, sans que la lymphe et le chyle en contins- nt. Les uretères avaient été coupés, et l'on y avait fixé de petits tubes, à l'aide quels on recueillait l'urine (1).

Tiedemann et Gmelin ont constaté par leurs nombreuses expériences sur des tières colorantes et salines qu'ils introduisaient dans les voies digestives et qui ient faciles à reconnaître par elles-mêmes ou à l'aide des réactifs, qu'il ne pas- it jamais aucune parcelle des matières colorantes dans le chyle, quoiqu'elles dé- ssent leur présence dans le sang et l'urine, et qu'elles fussent parvenues jusque s l'intestin. Quant aux sels, il n'y eut que quelques cas où il en passa un peu s le chyle ; chez un cheval, entre autres, auquel on avait administré du sulfate fer : de même aussi le cyanure potassique fut retrouvé dans le chyle d'un chien, dis que celui d'un autre n'en offrit aucune trace ; le sulfate de potasse se montra si dans le chyle d'un animal de cette espèce. A ceux qui objecteraient que les bstances auraient pu être absorbées déjà, on aurait à répondre que l'intestin ntenait encore une grande quantité de matière absorbable. Ces résultats, aux- els la précision des expériences donne un haut degré de certitude, s'accordent ec ceux des expériences faite par Hallé (2) et Magendie (3). Mais ils sont con- dictoires avec ceux de Martin Lister et Musgrave (4), de Hunter, de Haller et Blumenbach ; Viridet et Mattei disent aussi avoir trouvé une couleur rouge et e couleur jaune au chyle chez des animaux qu'ils avaient nourris de betteraves ges et de jaunes d'œufs.

Foderà remplit d'une dissolution de cyanure potassique une anse intestinale d'un imal vivant, lia cette anse en deux endroits, la plongea ensuite dans une solution

(1) MECKEL's *Archiv*, t. VII, p. 525-540.
(2) FOURCROY, *Système des connaiss. chimiques*, t. X, p. 66.
(3) *Physiologie*, t. II, p. 157.
(4) *Philos. trans.*, 1701, p. 819.

de sulfate de fer, et vit les vaisseaux lymphatiques et les veines devenir bleus (Schrœder van der Kolk, en répétant cette expérience, a vu la couleur bleue d les lymphatiques seulement, et non dans les veines. Le cyanure potassique i fermé dans l'intestin n'avait point changé de teinte au bout d'une demi-heure, sorte que le sulfate de fer n'avait point encore traversé toute l'épaisseur des pa intestinales. Ceci ne prouve absolument rien contre le passage immédiat des s stances dans le sang; car de petites quantités qui s'y introduiraient seraient sur champ transportées plus loin, tandis que le mouvement du chyle dans les vaiss lymphatiques n'est pas très rapide. D'ailleurs, une nuance bleuâtre est très di cile à distinguer dans le sang lui-même, et on ne la reconnaît sûrement que d le sérum. Lawrence et Coates n'ont constaté la présence du sel dans le sang q quand elle se décelait à la partie supérieure du canal thoracique (2).

Plusieurs expériences ont été faites sur la ligature du canal thoracique par Brod Magendie, Delille et Ségalas. Brodie a vu (3) l'alcool et le woorara produire le effets mortels, même après cette ligature.

Comme le canal thoracique offre quelquefois des anastomoses accessoires; qu parfois même, comme chez le cochon, il envoie des branches à la veine azygos que, dans certains cas, on trouve un canal thoracique au côté droit, et qu'enfin l vaisseaux lymphatiques ont de très nombreuses anastomoses les uns avec les autr la ligature du canal thoracique ne peut pas empêcher d'une manière absolue l lymphe empoisonnée de passer dans le sang.

Les expériences d'Emmert montrent le passage immédiat de certaines substa dans le sang, en montrant que, quand les vaisseaux sanguins sont liés, ce pas ne s'opère pas. Emmert lia l'aorte abdominale, ensuite il introduisit du cyanure p tassique et une décoction d'angusture dans diverses plaies faites aux membres. sel fut absorbé et découvert dans l'urine, mais l'angusture n'exerça pas son a vénéneuse accoutumée. Dans une autre expérience, Emmert vit, après la lig de l'aorte abdominale, l'acide cyanhydrique, qu'il avait introduit dans une p la patte, ne produire aucun effet, même au bout de soixante-dix heures; m quand on eut retiré la ligature de l'aorte, l'empoisonnement se déclara au d'une demi-heure (4).

Enfin, Jacobson a fait voir que, chez les mollusques, qui n'ont cependant pa vaisseaux lymphatiques, le cyanure potassique parvient aisément de toutes les faces dans le sang, d'où il s'échappe ensuite par les organes sécrétoires (5).

(1) *Recherches expérim. sur l'exhalation et l'absorption.* Paris, 1824.

(2) Froriep's, *Notizen*, n° 77.

(3) *Philos. trans.*, 1811.

(4) Meckel's *Archiv*, 1815, p. 178.

(5) Froriep's, *Notizen*, n° 14, p. 200. — Cons. sur ce sujet Schnell, *Diss. sistens hist. upas antiar.* Tubingue, 1817. — *Tuebinger Blaetter.* t. III, p. 1, 1817. — Schabel, *De tibus veneni rad. veratri albi et hellebori nigri.* Tubingue, 1819. — Westrumb, *Physiolog Untersuchungen ueber die Einsaugungskraft der Venen.* Hanovre, 1825. — Tiedemann Gmelin, *Recherches sur la route que prennent les diverses substances pour passer de l'est et du canal intestinal dans le sang.* Paris, 1821 (l'original allemand est de 1820). — S Ficinus, dans *Zeitschrift fuer Natur und Heilkunde*, t. II, p. 378. — Jaeckel, *De absorp venosa.* Breslau, 1819. — Lebkuchner, *Diss. utrum per viventium adhuc animalium membr*

Perméabilité des membranes organiques pour les gaz et les liquides.

ı'à présent on a fait dépendre le passage des liquides dans les vaisseaux es d'une faculté absorbante qui appartiendrait en propre aux veines. Mais :ile de prouver qu'il y en a qui pénètrent dans les capillaires sans le con- : cette prétendue faculté, et que, quand cet effet a eu lieu, ils se mêlent ıtement avec le sang veineux, parce que tout le sang contenu dans les ca- suit la direction des artères vers les veines et de celles-ci vers le cœur. ıomène primaire du passage immédiat des substances dissoutes dans le sang bibition des parties animales (1), même mortes, par les fluides qui s'intro- dans leurs pores invisibles.

gaz et les liquides ténus pénètrent, avec les substances qu'ils tiennent en ion, les parties animales humides. Deux gaz, mis en contact avec les deux ; d'une vessie, qui peut avoir été desséchée auparavant, tendent à l'équi- ın avec l'autre, jusqu'à ce que le mélange soit parfait. Un gaz pénètre une ıumide, pour être absorbé par un liquide que celle-ci renferme. D'après ıl on voit comment des substances réduites à l'état aériforme peuvent s'in- e dans le sang, pendant la respiration, sans qu'il y ait écoulement de glo- ınguins. En effet, les gaz pénètrent les membranes, qui sont parsemées de ux capillaires et pleines de sang en circulation ; ils se dissolvent dans le sang capillaires, pendant que les tuniques des vaisseaux, quoique perméables, u de leur porosité générale et invisible, aux gaz et aux substances dis- dans un liquide, n'ont pas d'ouvertures qui correspondent au diamètre des s du sang. Si l'on bouche un verre d'eau avec une vessie humide qui immédiatement au liquide, et qu'on projette un peu de sel sur la mem- ce sel se dissout dans l'eau qui pénètre les pores de celle-ci, et se transmet e eau à celle qui est renfermée dans le verre.

ause de l'imbibition, de la perméabilité des parties animales, est donc le r qu'ont les substances de s'étendre uniformément dans le liquide qui les ı dissolution. Une dissolution saline tend à se répandre dans un autre liquide quel elle peut se mêler ; par exemple, l'eau salée et l'eau pure ont de la ce à se mettre en équilibre de répartition. Or, comme les parties animales mollies par les liquides aqueux, et que leurs pores sont pleins de ces liquides, bstance dissoute tend à se communiquer à l'eau de ces pores, et même à er les pores d'une membrane pour se répandre dans le liquide en contact tte dernière, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre de répartition entre les deux ; qui touchent les faces de la membrane.

ı cependant des circonstances particulières où l'imbibition est accrue par la ité et l'attraction. Le premier cas a lieu dans le ramollissement d'une partie : sèche, la capillarité des pores vides devant favoriser la pénétration des

ısorum parietes materiæ ponderabiles illis applicatæ permeare queant necne. Tu- 1819. — Wedemeyer, *Ueber den Kreislauf.* Hanovre, 1828, p. 421. — S. Behr, *Diss. ıe qua venæ et vasa lymphatica resorbeant.* Zurich, 1842.

ɒy. les recherches curieuses d'Œsterlen sur l'imbibition des tissus animaux, dans Roser ᴇrlich's *Archir,* 1832, p. 171.

substances liquides. Nous avons un exemple du second dans le phénomène d'imbibition simultanée, mais inégale, de deux liquides.

Endosmose.

Lorsqu'on introduit une dissolution de sucre ou d'un sel quelconque dans un tube de verre bouché en bas par une vessie, et qu'on plonge ce tube dans un autre plein d'eau distillée, le niveau du liquide intérieur monte quelquefois de plusieurs pouces. Mais les réactifs font reconnaître aussi que des particules de la dissolution ont pénétré en même temps dans l'eau extérieure. L'ascension du niveau dure jusqu'à ce que les deux liquides soient devenus homogènes dans l'intérieur et à l'extérieur du tube. Si ce tube contient de l'eau, et le vase extérieur une dissolution saline, l'eau baisse dans le tube. Si les deux vases contiennent des dissolutions également concentrées de différents sels, les sels se mêlent ensemble. Une anse d'intestin de poulet qu'on emplit à moitié d'une dissolution de gomme, de sucre ou de chlorure iodique, et qu'on lie ensuite aux deux bouts, se gonfle lorsqu'on la plonge dans l'eau ; elle perd, au contraire, une partie de son contenu, si c'est de l'eau pure qu'elle contient, et qu'on vienne à la plonger dans de l'eau sucrée. La même chose arrive si l'on remplace la vessie par des corps poreux tirés du règne animal.

On a donné deux explications de ce phénomène. La première, due à Magnus et à Poisson, consiste à dire que l'attraction entre les molécules d'une dissolution saline est composée des attractions réciproques de l'eau et du sel, et de l'attraction des parties homogènes de l'eau et de celles du sel entre elles : cette attraction réunie est plus forte que celle des particules d'eau. Quant à la seconde explication, la voici : la vessie, en tant qu'elle est poreuse, peut être considérée comme un système de petits tubes capillaires, exerçant une attraction sur les liquides qui pénètrent dans la membrane, et qui tendent à se mettre en équilibre au moyen de l'eau remplissant les pores ; si maintenant on admet qu'un de ces liquides a plus d'attraction pour la substance de la vessie, il mettra plus de temps à traverser les pores capillaires que l'autre, qui, par cela même, doit baisser dans le vase chargé de le contenir. Le niveau du premier montera jusqu'à ce que la pression croissante de la colonne d'eau ascendante fasse équilibre à cette attraction plus forte (1).

Il n'est pas constant que la dissolution la plus dense attire plus de la liqueur moins dense que celle-ci de celle-là. Le contraire a lieu déjà pour les gaz. La constitution chimique et les rapports physico-chimiques entre le liquide et la membrane animale paraissent jouer ici un grand rôle. L'alcool aqueux que l'on conserve dans une vessie se concentre, parce que l'eau seule s'évapore (2). Une anse d'intestin qu'on plongea dans l'eau, après l'avoir emplie en partie d'une dissolution aqueuse

(1) Dutrochet, *Mémoires pour servir à l'hist. anat. et physiologique des animaux et végétaux*, Paris, 1837, t. I. — Biot, *Traité de physique*, t. I. — Fischer, dans Poggendorff's *Annalen*, t. II, p. 126. — Magnus, t. X, p. 153. — Wach, dans Schweigger's *Journal*, 18.., p. 20 — E. Bruecke, *Diss. de diffusione humorum per septa mortua et viva*. Berlin, 1842. — Kurschner, dans R. Wagner, *Handwœrterbuch der Physiologie*, t. I, p. 35.

(2) *Comp.* les expériences de Staple dans Kastner's *Archiv fuer Chemie*, t. III, cah. 1, p. 282.

me arabique et de rhabarbarine, et l'avoir liée aux deux extrémités, se tandis que la rhabarbarine en sortit. Des sacs membraneux contenant une issolution de sulfate ferreux, qu'on plongea dans de l'eau contenant du : potassique, se gonflèrent, parce que de l'eau y pénétra : mais ils avaient mé du sel de fer à la dissolution environnante, qui était devenue bleue, et ait pas la moindre trace de couleur bleue dans l'intérieur des sacs. Faust les expériences sur la manière de se comporter des gaz (1). Une vessie pleine d'air atmosphérique qu'on plaça sous une cloche remplie de gaz ırbonique, se gonfla, et une autre pleine de gaz hydrogène qu'on traita de ie manière, devint turgide au point d'éclater. Au contraire, si le gaz conms la cloche est plus léger que celui qui se trouve dans la vessie, celle-ci ie.

esse de l'introduction et de la répartition dans le sang des substances dissoutes.

ésirais savoir quelle est la vitesse avec laquelle une substance peut pénétrer bibition dans la première couche des vaisseaux capillaires d'une partie pri- épiderme, et parvenir ainsi dans le sang. Comme la pellicule délicate des vil- intestinales du veau et du bœuf, dont l'épaisseur est de 0,00174 pouce, con- encore des vaisseaux capillaires charriant du sang, on peut, d'après cette eur, se faire une idée de la profondeur à laquelle les substances dissoutes doi- énétrer pour atteindre la première couche de capillaires d'une membrane te d'épiderme. Je pris un petit verre à col très mince, sur lequel je tendis la urinaire d'une grenouille ; et, dans une seconde expérience, le poumon d'un animaux, après avoir introduit dans le vase un peu d'une dissolution de re potassique ; puis, au moyen d'un petit pinceau, j'étalai un peu de disso- de chlorure de fer sur la surface de la membrane humide ; au même instant, urnai le vase, afin que le cyanure potassique vînt toucher la face interne de i. En moins d'une seconde, il apparut une faible tache bleue, qui ne tarda levenir plus forte. Il suit de là que l'espace d'une seconde suffit pour qu'une le substance dissoute traverse une membrane de l'épaisseur d'une vessie de iille tendue. Cette membrane contient encore plusieurs couches superposées, a beaucoup plus d'épaisseur que la pellicule organisée des villosités intesti- On peut donc admettre qu'en une seconde, des traces d'une substance dis- parviennent dans les vaisseaux capillaires d'une partie privée d'épiderme et t dans le sang. Or, comme le sang achève sa révolution complète en une ninute, suivant Hering, en une à deux minutes d'après d'autres calculs, on droit d'admettre que des traces d'une substance dissoute mise en contact avec embrane organique sans épiderme, peuvent être répandues dans le corps, irculation, en une demi-minute à deux minutes.

poisons narcotiques agissent bien en détruisant la force nerveuse ; mais, on les applique sur les nerfs eux-mêmes, ils ne produisent que des effets Lorsque je plongeais pendant quelques temps les nerfs d'une cuisse de ille séparée du corps dans une dissolution aqueuse d'opium, la portion im- perdait son excitabilité, c'est-à-dire l'aptitude à provoquer des convulsions

ROBIEP's *Notizen*, n° 646.

dans le membre sous l'influence des stimulants. Mais, au-dessous du
contact avec le poison, le nerf conservait son excitabilité, d'où il sui
change la substance nerveuse elle-même, mais que ce n'est point pa
l'empoisonnement local dû à ce narcotique prend les caractères d'un
ment général. On constate aussi qu'une grenouille, animal d'ailleurs
l'action de l'opium, passe plusieurs heures sans éprouver des symptô
sonnement lorsqu'on ampute la cuisse de manière à laisser le nerf se
la communication entre le tronc et le membre, et qu'on tient celui-
une dissolution d'opium, en ayant soin de bien attacher l'animal, afin
vements ne fassent point jaillir la liqueur sur son corps. Ces expérie
coup d'autres, qui seront rapportées ailleurs, prouvent que les poison
déterminent leurs effets généraux sur le système nerveux après avoir
le sang par la circulation. Il est facile aussi, d'après les faits précé
portés sur l'absorption par imbibition, d'expliquer complétement la
tion des narcotiques. L'acide cyanhydrique est celui de tous dont les
festent avec le plus de promptitude. La dissolution d'extrait alcooli
vomique, introduite en quelque quantité dans la bouche des jeunes l
mine aussi la mort presque sur-le-champ, tandis qu'appliquée sur
découvert, le sciatique par exemple, elle ne produit pas d'effets géné
meyer a également remarqué que l'acide cyanhydrique, appliqué sur
lement, n'agissait point. Mis en contact avec des membranes muqu
dans l'espace de trente à quarante secondes, d'après les expériences d
mais ce temps suffit pour qu'il en ait pénétré des traces dans le systèn
comme le prouvent les faits rapportés plus haut.

La promptitude avec laquelle les substances dissoutes s'introduisent
seaux capillaires et se répandent par l'intermédiaire de la circulation,
peine comment certaines d'entre elles passent si vite dans l'urine, sa
obligé de recourir à de prétendues communications directes entre l'e
reins. Suivant Westrumb, deux à dix minutes suffisent pour qu'on r
l'urine quelques traces des sels solubles : car, au bout de ce temps, il
vrir, en ouvrant le corps et recueillant le liquide qui s'écoulait par le
cyanure potassique qu'il avait administré à l'animal. Mais, générale
sage a lieu avec beaucoup plus de lenteur, ce qui ressort des e
Stehberger, dont je parlerai en traitant de l'urine.

Les substances qui parviennent par imbibition dans le sang des vein
n'arrivent pas tout de suite à la veine cave ; le sang de ces veines les
au foie, d'où elles passent dans la circulation générale. Magendie a
quelques unes d'entre elles changeaient de manière d'agir pendant ce
un gramme de bile, ou une grande quantité d'air atmosphérique, in
veine crurale d'un animal, causèrent la mort sur-le-champ, tandis qu
tion dans la veine porte n'eut aucune conséquence fâcheuse. Il y a d
qui changent même déjà dans le canal intestinal ; elles n'y sont pas al
dis qu'elles le sont dans une blessure ; tel est le cas du venin de l
d'après Redi, Mangili et Stevens (1), ne détermine aucun accide

(1) *On the blood*, p. 137.

l'avale, ce qui arrive également à la salive des hydrophobes, d'après Coindet (1).

Magendie a remarqué que l'absorption se fait avec moins d'activité quand les vaisseaux sanguins sont gorgés de liquide. Les membranes n'absorbaient plus de matières étrangères après une injection d'eau dans les veines d'un animal, et recouvraient cette faculté à la suite d'une saignée. Au contraire, une saignée accélère l'absorption, à tel point que des phénomènes qui n'avaient lieu ordinairement qu'après deux minutes, se manifestaient alors en une demi-minute.

On est encore dans le doute de savoir si, au moyen de la diastole du cœur, dont

(1) MM. Cl. Bernard et Pelouze ont jeté quelque jour sur cette innocuité de certains venins dans l'estomac. Le *curare*, déjà étudié par M. de Humboldt et M. Boussingault, est un poison qui produit la mort presque instantanée, lorsqu'il est introduit sous la peau ou dans une plaie, tandis qu'il ne donne lieu à aucun accident quand il est ingéré dans l'estomac ou dans l'intestin. MM. Bernard et Pelouze ont eu pour but dans ce mémoire d'étudier les effets toxiques du *curare* sur l'organisme, et de rechercher la raison de son innocuité quand il est ingéré dans l'estomac au lieu d'être introduit dans la circulation. Lorsque les animaux ont été piqués par le curare, ils ne paraissent pas souffrir. Ils semblent être fatigués, se couchent, et ont l'air de s'endormir. Mais bientôt la respiration s'arrête, et la vie s'éteint sans que l'animal ait poussé aucun cri ni manifesté aucune douleur. Quand on ouvre, immédiatement après la mort, le corps des animaux ainsi empoisonnés, on remarque constamment des phénomènes qui indiquent un anéantissement complet de toutes les propriétés du système nerveux. L'excitabilité des nerfs et les propriétés de mouvements réflexes de la moelle épinière ont complétement disparu. Mais, chose singulière et très intéressante au point de vue physiologique, les muscles ont conservé leur excitabilité. Relativement à l'innocuité que le curare montre quand on l'ingère dans l'estomac ou dans les intestins, MM. Bernard et Pelouze ont constaté qu'elle ne dépend pas d'une modification ou d'une digestion quelconque du principe toxique, mais bien d'un défaut d'absorption de la substance, ce qui résulte d'une propriété spéciale à la membrane muqueuse elle-même. Ce fait est très important, en ce qu'il montre que des substances solubles peuvent cependant ne pas être absorbées et peuvent séjourner dans le canal intestinal en conservant leur activité, mais sans pouvoir l'étendre à l'économie entière. Toutes les membranes muqueuses du corps possèdent cette même propriété de ne pas se laisser traverser par le curare, excepté la membrane muqueuse des bronches, qui laisse pénétrer ce principe toxique dans l'économie, absolument comme si on l'avait déposé dans le tissu cellulaire sous-cutané. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, octobre 1850.)

En regard de cette innocuité de certains venins, on peut placer l'action toxique que prennent, lors de leur rencontre dans le sang, deux substances isolément innocentes. Dans un mémoire, qui contient un nombre considérable d'expériences, M. Cl. Bernard a eu pour but de démontrer que, suivant leur nature, les substances introduites dans le système circulatoire des animaux vivants peuvent ou non être masquées dans leurs caractères chimiques : 1° Les substances métalliques en général ne peuvent pas donner lieu à leurs réactions naturelles, parce que les matières albumineuses du sang empêchent ces réactions. Un seul exemple rendra ce fait palpable. Si l'on injecte, par deux veines séparées, du prussiate jaune de potasse et un sel de fer, de manière à ce que ces deux substances se rencontrent dans le sang, elles ne donneront lieu nulle part dans les tissus à la production du bleu de Prusse. Ce sera seulement quand ces deux corps, étant éliminés, se rencontreront en dehors du sang, soit dans la vessie, soit dans l'estomac, qu'ils pourront se combiner et former du bleu de Prusse. 2° Les substances organiques qui, par leur action, se rapprochent des ferments, manifestent parfaitement leur activité quand on les injecte dans le sang chez des animaux vivants. Exemple : Si l'on injecte, par deux veines séparées, de l'émulsine et de l'amygdaline, de manière à ce que ces deux substances puissent circuler ensemble, au moment de leur rencontre elles manifestent leur réaction ordinaire en donnant lieu à de l'acide prussique, qui tue l'animal instantanément, tandis que les deux substances injectées isolément sont complétement inoffensives. (*Archives générales de médecine*, 1847.)

É. L.

le sang veineux tend à remplir la capacité, les veines exercent aussi de l'attra sur les substances qui pénètrent dans les vaisseaux capillaires. Dans tous les c mouvement du sang doit favoriser l'imbibition, en ce que les substances qu pénétré sont entraînées par lui, et que par conséquent il ne peut pas en être dans le point où a lieu la pénétration.

Les parties dans lesquelles l'absorption s'accomplit avec le plus de vitesse les membranes muqueuses, les membranes séreuses et les plaies ; elle est bea plus lente à la peau revêtue d'épiderme (1). Comme la peau est celle qui se le plus fréquemment en contact avec des substances étrangères, et que aussi on y applique des médicaments, l'étude de la manière dont les ch comportent a de l'importance (2). Toutes les préparations métalliques agisse moins d'énergie quand on les emploie en frictions, que quand on les admi l'intérieur. Sous cette forme, le mercure guérit la syphilis et détermine la tion ; le tartre stibié provoque le vomissement, au dire de Letsom et de Br senic empoisonne. Les substances végétales, dissoutes ou insolubles, agissent ment par la peau. Ainsi, d'après Haller, l'ellébore blanc, appliqué sur le bas-v donne lieu à des vomissements, et une forte purgation est la suite de lotion jambes avec la décoction de cette plante ou de l'ellébore noir. Lentin a vu *la c* dille provoquer les spasmes les plus violents, et purger, après qu'on en avait *fr* l'abdomen ; les cantharides font naître la dysurie, les narcotiques *exercent l'i* fluence qui leur est propre ; le camphre est, selon Magendie, reconnaissable d l'exhalation pulmonaire ; l'essence de térébenthine se décèle par l'odeur de viol qu'elle communique à l'urine ; le cyanure potassique, la rhubarbe, la garance, a noncent leur présence dans ce liquide et dans le sang. Mais tous les médicame et poisons agissent avec beaucoup plus d'intensité lorsqu'on les applique à la pe après l'avoir dépouillée de son épiderme au moyen d'un vésicatoire, ce qui consti la méthode dite endermique (3).

Effets organiques qui ont lieu pendant l'absorption par les vaisseaux sanguins.

L'imbibition et l'endosmose, qui suffisent pour expliquer la communicatio

(1) Certaines substances ne sont point absorbées par la peau, parce qu'elles sont insolu C'est ainsi que des matières colorantes introduites dans des piqûres, ou les grains de pou lancés par l'explosion d'une arme à feu, demeurent souvent visibles pendant toute la vie d cette membrane. D'autres y restent, parce qu'elles ont contracté une combinaison chimique a elle. Par exemple, la peau des malades qui font usage pendant longtemps d'azotate d'argent l par acquérir une teinte ardoisée ou noirâtre, qu'elle conserve ensuite toujours.

(2) Westrumb, dans Meckel's *Archiv*, 1827. — Sewall, *ibid.*, t. II, p. 146.

(3) On a longtemps discuté la question de savoir si la peau couverte de son épiderme susceptible d'absorber l'eau, et ce problème est difficile à résoudre, parce que la peau perd l'eau par la transpiration. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'épiderme est hygroscopique et q se gonfle dans l'eau. Les expériences faites par Falconer, Alexander et autres, en pesant le et l'eau des bains, me paraissent incertaines. D'ailleurs, Seguin et Currie n'ont obtenu au augmentation de poids. (Seguin, *Annales de chimie*, t. CX, p. 185 ; t. CXII, p. 33.) Les e riences à la suite desquelles l'urine a offert des traces des matières colorantes ou du cyanure tassique dissous dans le liquide servant de bain, ne prouvent rien quant à l'absorption de l elle-même, puisque les sels peuvent traverser une membrane animale dont les deux côtés en contact avec de l'eau, sans que le niveau de celle-ci change. Abernethy a observé l'absorp de divers gaz par la peau.

ces dissoutes dans les liquides, ne suffisent pas pour expliquer l'absorption de uides eux-mêmes. L'eau, dans l'estomac, doit certainement avoir de la ten- à se répandre dans le sang des vaisseaux capillaires, et les corpuscules du ivent, en vertu de leur grande attraction pour ce liquide, prendre part à son ion pendant leur passage à travers les capillaires. Mais l'absorption de disso- concentrées est totalement inexplicable d'après ces principes, par exemple e la sérosité épanchée dans les cavités du corps, quand l'hydropisie vient à Il doit donc y avoir là des attractions organiques particulières de la part des ux lymphatiques ou des vaisseaux sanguins eux-mêmes. Que ces derniers susceptibles d'absorber en certaines circonstances, c'est-à-dire qu'ils pos- la même action absorbante que les lymphatiques, c'est ce que prouve le e des liquides nourriciers de la mère chez l'enfant à travers les capillaires du ita fœtal, car il n'y a aucune communication directe entre les vaisseaux de la et ceux du fœtus. Les artères de la matrice se continuent avec les veines de rgane, et celles de l'enfant ne se continuent non plus, dans l'intérieur du pla- a, qu'avec les veines de l'enfant. Weber (1) nous a donné de fort intéressants ils sur ce mode de communication. Les ramifications les plus déliées dans le centa sont celles qui ont lieu sur des prolongements villiformes de cet organe. r ces villosités ramifiées, mais closes de toutes parts, on voit se répandre les ar- res les plus déliées, qui deviennent veines par simple inflexion, en décrivant un rochet à leur extrémité, et revenant sur elles-mêmes. Les faisceaux de ces villo- tés, avec les inflexions capillaires au moyen desquelles les artères deviennent des eines, sont plongés, à la face interne de la matrice, dans les veines, à parois très minces, de la mère, dont le sang les baigne de toutes parts. Il est probable que le ng du fœtus attire les substances dissoutes dans celui de la mère, pendant son ajet à travers les vaisseaux capillaires des villosités. Nul doute qu'il n'y ait là, en- re ces deux sangs, une espèce d'endosmose, en vertu de laquelle celui de l'enfant çoit, de celui de la mère, à travers les membranes délicates de ses vaisseaux, plus u'il ne donne à ce dernier ; mais cette endosmose organique et vivante est tout à it différente de l'endosmose physique.

Chez les ruminants, les villosités des cotylédons de l'œuf ne sont pas plongées ns les veines utérines ; elles sont implantées, comme des racines, dans des en- ncements vaginiformes de la matrice. Mais ces enfoncements sont tapissés de isseaux capillaires utérins, tandis que les capillaires indépendants du jeune animal e se répandent que sur les villosités des cotylédons. Ici les capillaires de la mère ivent sécréter des substances qui sont absorbées par ceux du petit.

Il est une espèce de squale, *Squalus mustelus*, chez lequel les œufs se déve- ppent dans la matrice : le jaune, entouré d'un peu de blanc, est logé dans une ne membrane extrêmement fine et plissée. Pendant le développement du germe, blanc attire des liquides de la matrice à travers l'enveloppe extérieure, qui bientôt vient turgide. Mais ce phénomène n'arrive que dans les œufs qui contiennent un ne et un germe. Il n'est pas rare, chez cet animal, qu'au lieu de bons œufs, la trice renferme des œufs clairs, dont l'enveloppe ne circonscrit qu'un blanc sans ne : or, ce blanc n'attire pas de liquides, et reste tel qu'il était d'abord, tandis

(1) *Anatomie*, t. IV, p. 496.

que les autres œufs, qui sont susceptibles de se développer, en attirent toujours une grande quantité dans la membrane qui les entoure.

Exhalation.

Beaucoup de substances qui sont dissoutes dans des liquides animaux, celles surtout qui ont pénétré du dehors dans le torrent de la circulation, et qui se sont mêlées au sang sans éprouver de changement ou après en avoir subi quelqu'un, sont éliminées d'après les lois de l'imbibition et de l'endosmose. Le cyanure potassique, qui a été reçu par endosmose dans la circulation, pénètre aussi d'après les mêmes lois dans les tissus animaux, et se mêle aux liquides sécrétoires les plus divers ; de sorte que, suivant Westrumb, on en retrouve des traces dans l'urine au bout de deux à dix minutes. Dans la jaunisse, presque tous les organes internes et leurs sécrétions sont pénétrés de cette manière, comme l'urine, de la matière colorante de la bile dissoute dans le sang.

Les parties évaporables du sang, naturelles ou étrangères, peuvent s'exhaler par les surfaces libres des membranes, pourvu qu'elles ne soient pas retenues par une attraction particulière du tissu animal. Lorsque la compression favorise le passage à travers les pores des parois, des liquides, peuvent aussi, en vertu des lois de la physique, pénétrer dans les espaces libres pleins de gaz ou de vapeurs. Ce phénomène a lieu, après la mort, par le seul effet de la pesanteur, qui fait que le sérum du sang, et plus tard la matière colorante dissoute, peuvent pénétrer les tissus et s'accumuler dans les espaces vides. La bile transsude alors à travers les parois de la vésicule, et teint en jaune les parties environnantes. Durant la vie, l'absorption d'un côté et la contractilité organique de l'autre, font équilibre à cette pénétration des membranes; mais différentes causes rompent l'équilibre dans les maladies, et alors on voit de l'eau tenant en dissolution de la matière animale et des sels se réunir dans les cavités et dans le tissu cellulaire, donnant lieu ainsi aux phénomènes de l'hydropisie et de l'albuminurie. L'exsudation de la liqueur du sang ou de la fibrine dans l'inflammation doit être précédée d'une paralysie de la contractilité organique des petits vaisseaux. Après l'oblitération de gros troncs veineux des viscères et des membres, le sang laisse exsuder de l'eau chargée d'albumine dans les sacs séreux voisins ou dans le tissu cellulaire, surtout des membres inférieurs, et l'on peut, comme l'a fait voir Bouillaud, produire artificiellement une hydropisie du tissu cellulaire en pratiquant la ligature de gros troncs veineux. Les hydropisies qui succèdent à la dégénérescence des viscères sont peut-être dues en partie à l'oblitération des voies circulatoires de ces organes (1).

(1) L'expression la plus générale des expériences est que tout liquide, mis en contact avec une membrane soumise à l'évaporation, se meut vers cette membrane. La vitesse du mouvement est en rapport avec la rapidité de l'évaporation, et, par conséquent, avec la température et l'état hygrométrique de l'atmosphère. Que la peau des animaux et la transpiration cutanée, de même que l'évaporation qui se fait à la surface des poumons, exercent une influence sérieuse sur les phénomènes de la vie, et, par conséquent, sur l'état hygiénique, cela est reconnu par les médecins depuis qu'existe l'art de guérir; mais, jusqu'à présent, on n'a pas examiné de quelle manière ces phénomènes s'accomplissent. On ne peut pas mettre en doute que l'une de leurs fonctions les plus importantes est la part qu'ils prennent à la dispersion et au mouvement des liquides dans l'économie animale. La surface du corps d'un certain nombre de classes d'animaux forme

D'après cela, les exhalations (vaporeuses) et les exsudations (liquides) semble-nt s'accomplir aussi dans le corps vivant d'après les lois purement physiques de ibibition, de l'endosmose et de la compression. Mais il n'en est pas ainsi. Les physiques voudraient que tout ce qui est dissous pût pénétrer; or, dans le ps vivant, les tissus ne se laissent pas pénétrer par tout ce qui est tenu en dis-ution; l'exhalation et l'exsudation n'entraînent souvent qu'une partie des sub-nces dissoutes dans le sang. La fibrine du sang, qui exsude dans les inflamma-ns, n'exsude pas dans les hydropisies. L'exsudation hydropique ne se coagule pas lle-même la plupart du temps, et les réactifs y font naître des précipités; elle ne tient que de l'albumine du sang. De là il est clair qu'à la pénétration de la fibrine soute, doit faire équilibre, dans les hydropisies, une force qui est paralysée dans sudation inflammatoire, et ce doit être une attraction du tissu vivant pour la rine dissoute, pendant que le même tissu permet à de l'eau albumineuse de ser. Au commencement de l'inflammation, il ne s'épanche non plus que la séro-du sang, comme à la suite d'une plaie ou de l'application d'un vésicatoire; is, quand l'inflammation devient plus vive, il s'épanche aussi de la fibrine.

Les exsudations sanguines supposent encore des conditions particulières. Pen-nt le flux menstruel, il coule de la face interne de la matrice du véritable sang, i ne diffère de l'autre sang que par l'absence ou la petite quantité de la fibrine (1).

e enveloppe cutanée, perméable aux liquides, sur laquelle se fait constamment une évapora-n d'eau proportionnellement à l'état hygrométrique et à la température de l'air, si, comme s poumons, elle est en contact avec l'atmosphère. Si l'on réfléchit que chaque partie de l'éco-mie animale doit supporter la pression atmosphérique, que les fluides gazeux et liquides, ren-més dans le corps, opposent une pression contraire à cette pression, il devient évident que, r les évaporations cutanée et pulmonaire, et par suite du pouvoir absorbant de la peau pour liquide qui la baigne, il résulte une différence dans la pression au-dessous de la surface péri-érique en évaporation. Ainsi, les liquides du corps, par suite des transpirations cutanée et lmonaire, doivent être animés d'un mouvement vers la peau et les poumons, mouvement que circulation du sang doit accélérer. Par cette évaporation, les lois du mélange de liquides de ture différente, séparés l'un de l'autre par des membranes, doivent être évidemment modifiées. passage des aliments, devenus liquides pendant leur trajet dans le tube digestif, et de la mphe dans les vaisseaux sanguins, l'extravasation des fluides nourriciers hors des vaisseaux pillaires, leur dispersion uniforme dans l'économie animale, le pouvoir absorbant des mem-nes et des tissus qui, sous la pression indiquée, sont perméables aux liquides en contact avec x; tout cela est soumis à l'influence de la différence de pression atmosphérique, qui dépend de vaporation des liquides sur les surfaces cutanée et pulmonaire. Les sérosités et les liquides de conomie animale se répandent d'une manière uniforme dans tout le corps, selon l'épaisseur s parois des vaisseaux et leur faculté de se laisser traverser par les liquides; et l'influence que abitation dans un milieu sec ou humide, à de grandes hauteurs, ou bien sur les bords de la er, en tant que l'évaporation est par là augmentée ou diminuée, peut exercer sur l'état de nté, n'a besoin d'aucune autre explication; de même que, d'autre part, la suppression de la nspiration cutanée doit exercer un trouble dans le mouvement des liquides, par lequel l'état rmal de la partie qui en est le siége est modifié. (Liebig, *Recherches sur quelques unes des uses du mouvement des liquides dans l'organisme animal*, 1849, p. 59; — Extrait des *Annales chimie et de physique*, 3e série, t. XXV.) É. L.

(1) Donné (*Cours de microscopie*, p. 139) dit aussi que le sang menstruel n'est dépourvu ni globules ni même de fibrine; qu'il ne paraît différer en rien du sang artériel, et que, s'il a elquefois une réaction acide, au lieu d'être alcalin, comme le sang normal, c'est qu'il se uve mêlé à une grande quantité de mucus vaginal, qui est toujours extrêmement acide. (*Note du trad.*)

Il est certainement faux que, comme l'a prétendu Brande, le sang menstruel ne soit qu'une dissolution concentrée de la matière colorante des globules du sang; en l'examinant, j'y ai reconnu de véritables globules du sang, qui n'avaient subi aucun changement : or, ce fait suppose que, quand une femme a ses règles, les parois des vaisseaux capillaires de la matrice deviennent assez perméables pour permettre aux globules du sang de les traverser.

L'exsudation lente de sang que les pathologistes nomment *diapédèse* (*per secretionem*), ne peut pas non plus être une simple élimination; elle suppose aussi le ramollissement des parois vasculaires, et, dans beaucoup de cas, sinon dans tous, elle dépend à coup sûr d'une déchirure des capillaires, comme dans l'hémoptysie et dans l'expuition sanguinolente des péripneumoniques. Mais Wedemeyer (1) a rendu probable que la matière colorante des globules du sang peut, en certaines circonstances spéciales, se dissoudre dans la partie aqueuse de ce liquide, et qu'alors aussi il peut exsuder de la sérosité rouge. On observa, chez des chevaux, dans les veines desquels on avait injecté beaucoup d'eau chaude, une exsudation d'eau sanguinolente par le nez et dans la cavité abdominale. La matière colorante du sang a, comme on sait, la propriété de se dissoudre dans l'eau. Elle paraît également se dissoudre dans la sérosité chez les sujets atteints de scorbut ou de *morbus maculosus*, et après la morsure des serpents (2).

L'apparition des globules dans les sécrétions suppose qu'ils se sont formés au moment de l'élimination. Ils ne pourraient point venir du sang et traverser les vaisseaux capillaires. Les globules du pus sont plus gros que ceux du sang, parfois même du double, selon Weber (3) : ils ne peuvent donc devoir leur origine à ces derniers; ce sont des particules de la surface suppurante qui viennent à être rejetées au dehors. L'excrétion, par les reins, de globules de pus existant dans le sang, paraît donc être une impossibilité absolue : il ne peut y avoir exsudation que des matériaux immédiats du pus, à l'état de dissolution.

SECTION III.

DE LA LYMPHE ET DU SYSTÈME LYMPHATIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

De la lymphe.

La *lymphe* est le contenu des vaisseaux lymphatiques. C'est un liquide limpide, d'un jaune clair, et qui n'a en général pas de teinte rougeâtre, à moins qu'il

(1) *Ueber den Kreislauf.* Hanovre, 1828, p. 463.

(2) Autenrieth, *Physiologie*, t. II, p. 154.

(3) Suivant Donné (*loc. cit.*, p. 184, fig. 36), les globules du pus sont un peu plus gros seulement que ceux du sang, leur diamètre étant d'à peu près 1/100 de millimètre. (*Note du trad.*)

me accidentellement des globules du sang. Chez les reptiles et les poissons, phe est tout à fait claire, et même sans teinte jaunâtre. Elle n'a pas d'odeur ; ur en est salée, et elle réagit faiblement à la manière des alcalis. Ainsi que le, elle tient en dissolution de l'albumine et de la fibrine : cette dernière s'y en gelée dans l'espace de dix minutes.
casion rare d'observer la lymphe humaine s'est offerte à Bonn durant l'hiver 31 à 1832. Dans le service chirurgical du professeur Wutzer se trouvait un homme chez lequel, à la suite d'une plaie ancienne au cou-de-pied, de la e s'écoulait continuellement par une petite ouverture fistuleuse qui avait à tous les moyens mis en usage pour la cicatriser. Lorsqu'on frottait le des- gros orteil, en se dirigeant vers la fistule, on voyait couler en quantité un parfaitement limpide, qui s'élançait quelquefois sous la forme de jet. Ce était de la lymphe. Au bout d'environ dix minutes, on y apercevait un caillot rine ressemblant à une toile d'araignée (1). Un cas analogue, observé à a fourni à Marchand et Colberg l'occasion d'analyser la lymphe (2).
st chez les grenouilles et les poissons qu'on se procure le plus aisément la e dont on a besoin pour l'étude. On sait que la peau des grenouilles est unie t d'une manière très lâche aux couches musculaires. Lorsqu'après l'avoir e à la hauteur des cuisses, on la détache des muscles, dans une certaine ue, en évitant de blesser les gros vaisseaux sanguins, on voit souvent (pas rs) s'écouler un liquide clair, incolore, et de saveur salée, qui, dans beau- de cas, est fort abondant. Ce liquide est de la lymphe. Ce qui le prouve, c'est quelques minutes il dépose un caillot considérable, d'abord limpide comme au, puis se condensant peu à peu en un tissu filamenteux blanchâtre. Lors- réunit la lymphe d'un grand nombre de grenouilles, on en obtient assez pour oir la soumettre à toutes sortes de recherches. Le caillot fibrineux d'une quan- le ce liquide dont on avait déterminé le poids, fut desséché et pesé : j'obtins de 81 parties de lymphe de grenouille une partie de fibrine sèche, proportion grande quantité de fibrine est remarquable. Il est facile aussi, chez les poissons e sont pas gras, d'obtenir de la lymphe des espaces lymphatiques de l'orbite.
lymphe paraît être ordinairement incolore dans la plupart des parties du Elle a été trouvée quelquefois rougeâtre. Magendie, Tiedemann et Gmelin vue telle chez des animaux soumis au jeûne. Mais cette coloration n'est point dans les vaisseaux lymphatiques de la rate, où Hewson, Fohmann, Tiedemann nelin l'ont remarquée. Seiler ne l'a rencontrée qu'exceptionnellement. Ru- i la regarde comme accidentelle. Cependant, en examinant la rate des bœufs les boucheries, j'ai nombre de fois reconnu que, parmi les nombreux et ineux vaisseaux lymphatiques qui garnissaient la surface de cet organe, il y ait toujours quelques uns dont la lymphe était d'un rougeâtre sale.
chyle des animaux est presque toujours plus trouble que leur lymphe, et ce le dépend de la graisse qu'il contient; chez les animaux carnivores, et chez rbivores, tant que ceux-ci vivent du lait de leur mère, le chyle est blanc, tandis

Comp. H. NASSE, dans TIEDEMANN's *Zeitschrift*, t. V. — BOUISSON, *De la lymphe et de ses ions pathologiques*, Montpellier, 1845, in-8.
IUELLER's *Archiv*, 1838, p. 134.

que, chez les herbivores adultes, il ressemble davantage à la lymphe. C'est la graisse du chyle qui parfois rend d'un rouge jaunâtre le sang des jeunes (la mamelle, et communique une teinte blanchâtre au sérum de leur sang. M conçoit que, pour observer ce phénomène, il faut examiner les animaux p ment après la digestion (1). Dans le canal thoracique des chevaux, plus rar chez d'autres animaux, le chyle est rougeâtre, et alors son caillot rougit (davantage à l'air (2).

Il a été parlé précédemment des granulations de la lymphe et du chyle.

Gmelin, Lassaigne, Chevreul, Bergmann, Marchand et Colberg ont fail naître les quantités relatives des principes constituants de la lymphe. Voici est, d'après Marchand et Colberg, la composition de celle de l'homme :

Eau	96,926
Fibrine	0,520
Albumine.	0,434
Osmazome et perte	0,312
Huile grasse	1,544
Graisse cristalline	
Chlorure sodique	
Chlorure potassique.	
Carbonates et lactates alcalins . .	
Sulfate calcique	
Phosphate calcique et oxyde de fer.	
	100,000

(1) [illegible], dans Froriep's *Notizen*, 536. — *Comp.* Mayer, *ibid.*, 565.

(2) Gruby et Delafond (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1843, p. 1107) ont d [illegible] détails nouveaux sur le chyle. Pris sur l'animal vivant et à jeun, dans les vais [illegible] des parois de l'intestin grêle et du mésentère, avant leur entrée dans les gangl [illegible] sortie de ces organes, il se compose, au microscope, de quelques globules gra [illegible] dans un liquide parfaitement limpide, et semblables aux globules qu'on rencontre [illegible] lymphatique quelconque du même animal. Pris dans les vaisseaux chylifère [illegible] l'intestin et du mésentère, avant l'entrée de ces vaisseaux dans les ganglions, et [illegible] de ces corps, pendant la chylification d'un animal alimenté avec des substance [illegible] végétales, il se compose de quelques globules granulés, identiques avec ceux q [illegible] lymphatiques ordinaires, et nageant dans un liquide blanc, opalin, compo [illegible] molécules d'une petitesse extrême, qui paraissent avoir un 10/1 [illegible] diamètre. Examiné dans le canal thoracique d'un animal vivant et à jeun [illegible] et composé de quelques globules granulés nageant dans un liquide [illegible] Pris dans le canal thoracique d'un animal vivant, bien nourri et digé [illegible] végétales, il est blanc, opalin, non coloré en rouge, et composé d [illegible] semblables à ceux de la lymphe, qui nagent dans un liquide [illegible] d'une infinité de petites molécules semblables aux précédentes.— [illegible] qu'on ne rencontre dans le véritable chyle aucun des globules qui [illegible], et que celui qui circule dans le canal thoracique ne diffère d [illegible] chylifères avant leur arrivée aux ganglions que par un plus [illegible] lymphe, apportés par les lymphatiques proprement dits. Le chyle p [illegible] à jeun, après la ligature du canal thoracique, donne un caillot co [illegible] très mince et transparente, renfermant des globules granulés de ly [illegible] clair. Celui d'un animal vivant, recueilli pendant la chylifica

CHAPITRE II.

l'origine et de la structure des vaisseaux lymphatiques.

Disposition des vaisseaux lymphatiques les plus petits.

rtantes recherches des anciens sur la structure des vaisseaux lympha-
consignées dans le recueil que Ludwig a publié des écrits de Mascagni,
et autres. Ce point de doctrine a été singulièrement perfectionné par
des modernes, en particulier par ceux de Fohmann (1), de Lauth (2),
(3) et de G. Breschet (4).

nencements des vaisseaux lymphatiques se montrent sous deux formes
s injections mercurielles :

celle de réseaux à mailles tantôt allongées, tantôt régulières. Ces mailles
nment plus petites que le diamètre des vaisseaux lymphatiques les plus
mes, ce qui donne à ceux-ci l'apparence d'un lacis très serré, de confi-
égulière, dont les parties inégales peuvent, quand on n'y fait pas beau-
ntion, être prises pour des agrégations de cellules, tandis que ce sont
ment des inégalités et de petits élargissements du réseau, dont la plupart
sont fort étroites. Dans d'autres parties, où le réseau a des mailles plus
isposition réticulée saute aux yeux sur-le-champ. Le diamètre des vais-
les réseaux varie beaucoup; mais jamais ils ne sont aussi fins que les
anguins, et je ne connais pas de vaisseaux lymphatiques qui ne soient
œil nu. C'est probablement dans les branchies qu'ils sont les plus deliés,
ge d'après les belles figures de Fohmann.

d'autres cas, les lymphatiques semblent commencer, non par des ré-
par de petites cellules, plus ou moins régulières, qui communiquent
mble. C'est avec cette apparence que j'ai vu les lymphatiques injec-
lon ombilical, et les douteux lymphatiques de la cornée. On obtient
d'injections en suivant la mauvaise méthode de plonger au hasard la

llot blanc, opalin, et renferme, outre quelques globules de lymphe et la substance
une énorme quantité des molécules énoncées plus haut; le liquide est blanc et
La coloration en rouge ou en jaune du chyle contenu dans la partie terminale du
que est due au reflux du sang de la veine dans laquelle ce canal vient aboutir. —
scent d'un animal vivant, ainsi associé à une quantité de sang veineux, contient
lu sang, indépendamment des éléments ci-dessus indiqués. Ce chyle, en repos et en
'air, forme un caillot légèrement rougeâtre à sa surface, et donne un liquide blanc
couleur rougeâtre est due à des globules du sang emprisonnés dans le caillot, et qui
hangement ordinaire des globules sanguins exposés à l'air. — Le chyle blanc du
que, quand il est pur et ne contient pas de globules du sang, ne se colore point en
a coagulation. (*Note du trad.*)

Saugadersystem der Wirbelthiere. Heidelberg, 1827, in-fol.
ur les vaisseaux lymphatiques. Strasbourg, 1824. — *Ann. des sc. nat.*, t. III.
vazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavie, 1830, in-fol. — *A* *lin-*
tili ricerche zootomiche. Pavie, 1833.
tème lymphatique considéré sous les rapports anatomi
, 1836, in-8.

pointe des tubes dans le tissu cellulaire, et de chercher ainsi à découvrir des lymphatiques dans la substance des organes (1). L'injection donnait ce résultat, même au canal intestinal, lorsque j'employais une seringue d'acier pleine de mercure pour vaincre la résistance des valvules, en poussant le métal, du mésentère vers l'intestin, dans les lymphatiques du veau remplis de chyle. Le grand nombre de petites cellules qui se remplissent alors peut donner à penser que le tissu cellulaire lui-même est le commencement des lymphatiques. Fohmann pense même que ce qu'on regarde comme tissu cellulaire n'est qu'un composé de lymphatiques (2). Mais cette hypothèse devient fort invraisemblable quand on compare, dans une même partie, les véritables réseaux lymphatiques avec les extravasations qui s'y opèrent, par exemple dans l'intestin des tortues. Quelques expériences, et la comparaison entre des injections qui n'avaient pas toutes réussi aussi bien les unes que les autres, me portent à croire que les prétendus commencements celluliformes des lymphatiques ne sont pas de véritables vaisseaux lymphatiques, et que les commencements de ces vaisseaux, même lorsqu'ils sont très serrés les uns contre les autres, forment en général des réseaux, souvent réguliers (3).

Les vaisseaux lymphatiques du canal intestinal naissent, à l'intestin grêle, les uns dans les villosités, les autres dans la membrane muqueuse elle-même.

Villosités intestinales.

Les villosités sont des prolongements de la membrane interne de l'intestin, tantôt cylindriques, tantôt lamelliformes, souvent pyramidaux, dont la longueur varie depuis un quart de ligne jusqu'à une ligne, ou une ligne et demie au plus, et qui, grossis dans l'eau, donnent à cette membrane l'apparence d'une fourrure épaisse. C'est ainsi qu'on les trouve généralement chez l'homme, beaucoup de mammifères et la plupart des oiseaux (4). On voit quelque chose d'analogue chez certains poissons (*Tetrodon*, *Orthagoriscus*), et Retzius a décrit, chez un serpent (*Python bivittatus*), des prolongements de la membrane muqueuse intestinale qu'on peut difficilement regarder comme autre chose que des villosités, quoique Rudolphi refuse les vraies villosités aux poissons et aux reptiles. A. Meckel (5) a tort quand il prétend réduire toutes les villosités à une lame qui irait en se rétrécissant de la base au sommet. Elles sont aplaties sans doute chez la plupart des

(1) La nouvelle méthode de Lacauchie (*Études hydrotomiques et micrographiques*. Paris, 1844), qui consiste tout simplement à mettre les artères en communication avec une longue colonne d'eau et à pratiquer ainsi une injection continue, qui distend et écarte toutes les parties en produisant le phénomène d'une infiltration artificielle, donne des résultats bien autrement satisfaisants. L'injection des lymphatiques, qui se produit alors (quand on opère, par exemple sur le cordon spermatique), ne peut, dit l'auteur (p. 7), être comparée à rien de ce qu'on a vu jusqu'à présent. (*N. du trad.*)

(2) TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. IV, p. 2.

(3) En injectant la substance du cordon ombilical, comme l'a fait Fohmann (TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. IV, p. 2), je n'ai obtenu que de petites cellules pleines de mercure, de 1/14 à 1/10 de millimètre. Ces cellules ont presque toutes le même diamètre, et le mercure coule de l'une dans l'autre. La plus grande partie du tissu du cordon qui enveloppe les vaisseaux sanguins en est formée. L'insertion ombilicale du cordon est le seul point où se remplissent plusieurs canalicules très courts et parallèles entre eux.

(4) RUDOLPHI, *Anat. physiol. Abhandl.*

(5) MECKEL'S *Archiv*, t. V.

fères, par exemple le lapin, le chien, le cochon ; mais, chez le veau, le a brebis, on en trouve beaucoup qui sont cylindriques. Quelquefois elles ites dans une région de l'intestin, et cylindriques dans d'autres, comme bœuf et la brebis : dans certains cas, on voit des villosités plates et des s cylindriques mêlées ensemble ; enfin, on remarque souvent, chez un animal, la brebis surtout, qu'en certaines régions elles sont plates, larges inées par un appendice cylindrique. Comme les villosités deviennent plus leur base, et tiennent les unes aux autres par de petits plis, elles se ent, par cette disposition, aux plis qui les remplacent chez beaucoup d'oi- et chez les reptiles. On observe quelquefois cette transition chez un même : la partie supérieure de l'intestin grêle du lapin offre des villosités pyra- s réunies en petits plis à leur base, tandis que celles de la partie moyenne e sont plus séparées les unes des autres. Le sommet des villosités est tantôt i, tantôt pointu, ou comme tronqué : ce dernier cas a lieu chez le chien.

villosités possèdent un réseau de vaisseaux capillaires, avec des artères ites et des veines efférentes. Non seulement on parvient à injecter très bien isseaux, mais encore j'ai vu du sang dans leur intérieur, avec et sans le s de la loupe, chez le chien et le veau, où je les examinais immédiatement a mort, sans lotion préalable. Dœllinger, Seiler et Lauth les ont décrites et s d'après des injections.

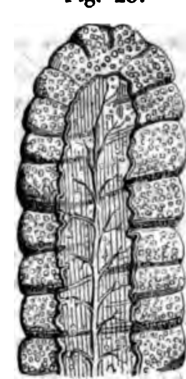
ieurs anciens observateurs croyaient les villosités percées à leur extrémité. hi a réfuté cette opinion. Les villosités cylindriques ont une excavation à eur : leur extrémité offre le même tissu délicat que celui de leur surface . En examinant l'intestin frais d'un veau, dont les vaisseaux lymphatiques aient du chyle blanc, j'ai vu l'intérieur des villosités rempli de haut en bas même matière blanche et opaque. Une autre fois, j'ai trouvé les villosités t évidemment creuses, ainsi que Rudolphi lui-même l'a observé une fois moineau. Là, comme aussi chez le bœuf, j'ai réussi à déchirer ces parties es avec une aiguille sous le microscope ; j'ai cru aussi remarquer que les tés lamelleuses et un peu larges du lapin étaient creuses. J'ai évalué par raison à 0,00174 pouce l'épaisseur de la membrane dont les villosités sont s chez le veau. Ainsi, c'est dans cette épaisseur que courent leurs vais- capillaires sanguins, qu'on peut évaluer de 0,00025 à 0,00050 pouce.

z un homme dont les lymphatiques intestinaux etaient pleins de chyle blanc aux villosités, et qui fut examiné dans l'amphithéâtre d'anatomie de Berlin, losités montrèrent une cavité simple, depuis le haut jusqu'en bas, comme uvèrent et l'examen microscopique fait par Henle, et l'injection pratiquée hwann, en poussant du mercure par les vaisseaux lymphatiques bien appa- de la membrane muqueuse ; le métal les remplit jusqu'à leur extrémité en -sac.

l'a été facile de me convaincre, chez le veau, le bœuf, la brebis et le lapin, s villosités étaient creuses, celles surtout qui avaient peu de largeur ou une forme cylindrique ; mais je n'ai pu constater le fait chez le cochon, le le chien. Les petits plis qu'on voit dans le canal intestinal des poissons, par le de l'anguille, de la carpe et de l'alose, ne sont pas creux non p ent en deux feuillets accolés l'un à l'autre. Les villosités plates

qui se voient en certains points du canal intestinal de la brebis, n'offraient également point une excavation simple, non plus que les larges et plates villosités de l'intestin du lapin. En général, toutes les villosités aplaties et larges n'ont paru contenir autre chose qu'une excavation simple, comme commencement des vaisseaux lymphatiques (1).

Fig. 25.



Si l'on injecte du lait dans l'intérieur d'une portion d'intestin de brebis, jusqu'à ce que les vaisseaux lymphatiques se remplissent tout à coup, vraisemblablement par suite d'une déchirure de la membrane interne, on trouve ensuite que la liqueur a rempli un certain nombre de villosités. Il faut répéter l'expérience très souvent pour arriver une fois à ce que les villosités intestinales s'emplissent de lait, qui probablement ne s'y introduit pas par leur surface interne, mais y parvient, en rétrogradant, par une rupture survenue aux réseaux lymphatiques gorgés de ce liquide. Quand on examine au microscope des villosités ainsi remplies de lait, on croit ne voir qu'un canal simple dans celles qui sont grêles et cylindriques; celles qui sont larges et plates contiennent plusieurs canaux, irrégulièrement anastomosés ensemble, mais dirigés la plupart du temps de la base au sommet, où tantôt ils finissent en cul-de-sac, tantôt ils envoient un prolongement dans les appendices terminaux. Ces canaux, qu'on aperçoit dans les villosités plates, sont très rapprochés les uns des autres, et forment une sorte de réseau irrégulier; ils ont coutume d'être beaucoup plus gros que les vaisseaux capillaires qui charrient du sang.

Les villosités intestinales sont revêtues, comme toute la surface de la membrane muqueuse, d'une couche mince d'épithélium dépourvue de vaisseaux. Rudolphi a mentionné cet épithélium chez le blaireau. On le rencontre partout, et souvent on parvient à le séparer sans peine des villosités, de même qu'un gant se détache des doigts de la main. D'après les observations de Henle, il se compose de cellules cylindriques, serrées les unes contre les autres, et dont l'axe est perpendiculaire à la surface de la membrane muqueuse. Chaque cellule cylindrique possède un noyau, comme les cellules plates de l'épithélium d'autres portions du système muqueux (2).

Quand on observe au microscope simple un lambeau bien lavé d'intestin grêle de mammifère, et qu'on examine la structure du petit pli qui unit les villosités à la base, on reconnaît sans beaucoup de peine une multitude de très petites ouvertures, ayant à peu près deux ou trois fois le diamètre des corpuscules du sang de la grenouille, et huit à douze fois celui de ces mêmes corpuscules chez les mammifères. Ces ouvertures sont quelquefois tellement rapprochées les unes des autres, chez les mammifères, que les ponts qui les séparent ont à peine la même largeur

(1) La figure 25 représente, d'après Lacauchie, une villosité de chien, vue au microscope, immédiatement après avoir été prise sur l'animal vivant. La portion périphérique de la villosité est formée par l'épithélium, et la portion centrale l'est par un faisceau de chylifères très nombreux; un réseau vasculaire sanguin enveloppe cette portion centrale; on voit les plis transversaux que présente la portion périphérique de la villosité pendant que celle-ci se contracte.

(2) Henle, *Symbolæ ad anatomiam villorum intestinalium*. Berlin, 1837. — *Anatomie générale*. Paris, 1843, t. II, p. 79.

u'elles ; cependant elles sont presque toujours plus distantes ; dans ce cas, elles onnent une apparence spongieuse à la membrane interne de l'intestin. La base ême des villosités semble comme perforée chez la brebis et le bœuf. Ce sont là les uvertures des glandes microscopiques de Lieberkuehn (1).

Les observations de Fohmann s'élèvent contre l'hypothèse suivant laquelle l'oriine des réseaux lymphatiques se composerait d'ouvertures visibles au microcope (2). En effet, même lorsque l'injection des réseaux lymphatiques étalés dans s tuniques intestinales des poissons avaient le mieux réussi, Fohmann n'a jamais u le mercure suinter à la face interne de l'intestin. Une autre preuve est fournie ar l'expérience précédemment citée dans laquelle quelques villosités intestinales de homme furent remplies de mercure poussé par les lymphatiques de la memrane muqueuse (3).

Glandes lymphatiques.

Les reptiles et les poissons sont privés de glandes lymphatiques. Les oiseaux l'en ont qu'au cou, et point dans le mésentère. Chez les mammifères, elles se omportent comme chez l'homme : seulement il est plusieurs carnassiers, tels que le chien, la taupe, les phoques, chez lesquels elles forment par leur réunion, dans le mésentère, une grosse masse, qu'on désigne sous le nom de *pancréas d'Aselli*.

Les vaisseaux lymphatiques afférents se partagent, au moment de leur entrée dans une glande lymphatique, en petites branches, qui, par leur réunion, donnent naissance aux vaisseaux efférents. Ceux-ci sont moins nombreux et un peu plus gros. Mais, comme les uns et les autres s'anastomosent ensemble, dans l'intérieur de la glande, par le moyen des réseaux dont celle-ci est entièrement composée, on peut faire passer du mercure des vaisseaux afférents dans les vaisseaux efférents à travers la glande. Les petites glandes lymphatiques ressemblent à de simples plexus ; mais une grosse glande, qu'on a remplie de mercure, a une apparence celluleuse. Cependant ces cellules paraissent n'être aussi que de petites dilatations de vaisseaux lymphatiques flexueux, de même que, dans d'autres parties, les réseaux

(1) *Voy.* Boehm, *De glandul. intestinal. structura.* Berlin, 1835.

(2) J'ai cru apercevoir de petites fossettes presque insensibles sur toute la surface des villosités, dans des portions d'intestins de brebis et de bœuf qui avaient été lavées avec le plus grand soin.

(3) Lacauchie (*loc. cit.*, p. 49) attribue la dissidence des auteurs, en ce qui concerne la structure des villosités intestinales, à ce qu'ils les ont prises sur des cadavres, sans tenir compte du temps écoulé entre le moment de la mort et celui de l'examen, sans soupçonner que la mort pût apporter en peu d'instants des changements considérables dans la constitution et l'aspect de ces appendices. En les soumettant au microscope, *aussitôt après les avoir détachées de l'intestin d'un chien vivant*, il a vu qu'elles sont formées : 1° d'un faisceau central de vaisseaux chylifères *très nombreux*, tous de même longueur dans les villosités cylindriques ; 2° d'un réseau vasculaire sanguin, qui entoure ce faisceau : 3° d'une substance spongieuse, transparente, sans canaux distincts, qui enveloppe complètement la villosité, dont l'épaisseur, la même dans tous les points, égale au moins le demi-diamètre du faisceau central, et dont la périphérie présente de nombreuses petites surfaces circulaires de même grandeur, qui se touchent toutes. — Gruby et Delafond ont depuis présenté d'autres vues sur la texture des villosités intestinales, qu'ils disent avoir étudiées *sur l'animal vivant*. Suivant eux, chaque villosité se compose de cellules épithéliales, d'une couche vasculaire et fibrillaire, et d'un canal chylifère *unique*. (*N. du trad.*)

lymphatiques ont fréquemment un aspect celluleux, quand on n'a point égard aux petites mailles. Ce qui le prouve encore, c'est la progression du mercure lorsqu'on en remplit la glande. On peut très bien concilier l'opinion de Cruikshank, qui admet ici des cellules, avec celles de Meckel, de Hewson et de Mascagni, qui croient à de simples dilatations des anses lymphatiques (1). Il est douteux que les parois des lymphatiques soient parcourues par des réseaux capillaires, dans les glandes, comme ils le sont dans d'autres parties du corps : les recherches de Fohmann établissent que même les lymphatiques de l'intestin conservent une membrane interne jusque dans les réseaux, et j'ai déjà dit que les villosités intestinales contiennent encore de nombreux vaisseaux capillaires.

Si l'on compare les glandes lymphatiques avec les formations analogues qui sont composées de vaisseaux sanguins, on voit qu'elles sont construites absolument comme les réseaux admirables amphicentriques, dans lesquels un vaisseau sanguin se résout en un grand nombre de tubes plus déliés, d'où ensuite se reproduit un nouveau tronc. Le but de cette disposition, dans les glandes lymphatiques, est évidemment d'accroître les surfaces qui entrent en contact avec le courant de liquide, et par conséquent l'action des parois vasculaires sur le contenu, action qui a déjà lieu dans les simples vaisseaux lymphatiques.

Plusieurs anatomistes ont admis des communications entre les veinules et les vaisseaux lymphatiques, tant dans l'intérieur qu'au dehors des glandes lymphatiques (2). Fohmann soutient que les petites veines communiquent avec les lymphatiques chez les oiseaux, les reptiles et les poissons, mais que, chez l'homme et les mammifères, cette communication a lieu seulement dans l'intérieur des glandes lymphatiques, ainsi que l'avaient déjà observé J.-F. Meckel l'ancien et P.-E. Meckel, en injectant du mercure dans les lymphatiques. Le passage d'un ordre de vaisseaux dans l'autre est très facile, car il arrive souvent qu'en injectant les vaisseaux afférents d'une glande lymphatique, on voit les veines qui sortent de cette dernière s'emplir plus rapidement de mercure que ses propres vaisseaux efférents. Il est cependant résulté de là une erreur dans laquelle Fohmann est tombé. En injectant le pancréas d'Aselli d'un phoque, il vit l'injection passer dans les veines seules, et non dans les lymphatiques efférents, d'où il conclut que ceux-ci n'existent pas dans cette masse glanduleuse (3). Rosenthal a rectifié l'erreur (4); il a trouvé, chez le phoque, que tous les lymphatiques de l'intestin grêle se rendent au pancréas d'Aselli, mais que de celui-ci il ne sort qu'un seul gros tronc lymphatique (*ductus Rosenthalianus*), tandis que, d'après Rudolphi, le pancréas d'Aselli du chien fournit une multitude de vaisseaux efférents (5).

Cependant il reste un fait bien constant, c'est que les veines s'emplissent avec

(1) Voy., du reste, sur cette controverse, E.-H. Weber, *Anat.*, t. III, p. 109-113.

(2) Lippi, *Illustrazioni fisiologiche e patologiche del sistema linfatico-chilifero*. Florence, 1825. — Fohmann, *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*. Heidelberg, 1827.

(3) *Anatomische Untersuchungen ueber die Verbindung der Saugadern mit den Venen*. Heidelberg. 1821.

(4) Froriep's *Notizen*, t. II, p. 5.

(5) *Comp.* Rudolphi, *Physiologie*, t. II, part. II, p. 241-250. — *Voy.* les figures de Rosenthal, dans *Nov. act. nat. cur.*, t. XV, p. 2. Ses observations ont été confirmées par Knox (*Edinb. med. and. surg. Journal*, t. I, juillet 1824.)

grande facilité par les glandes lymphatiques. Schrœder van der Kolk a vu ection passer de celles-ci dans celles-là, sans qu'il en parvînt aucune parcelle le canal thoracique (1). Panizza ayant injecté, chez un cochon, l'un des deux eaux afférents d'une glande lymphatique, le mercure passa tout entier dans la e de cette glande, tandis qu'injecté dans l'autre vaisseau afférent, il sortit par isseau efférent (2). Gerber et A. Meckel (3) ont été témoins aussi de la faci- avec laquelle les injections passent des glandes lymphatiques dans les veines. A. Meckel ne considère pas plus que Rudolphi et E.-H. Weber cette circon- ce comme preuve en faveur d'une communication directe entre les deux sys- s vasculaires, et à ce sujet il rappelle qu'en injectant l'épididyme du chien on plit presque toujours les veines. De même aussi les vaisseaux lymphatiques se plissent quelquefois d'une injection poussée dans les conduits des glandes, par nple les canaux lactifères et le canal hépatique, fait qui a été observé par ikshank, J.-F. Meckel l'ancien, Panizza et moi.

lus les exemples de ces passages sont multipliés, plus il plane d'incertitude sur conclusions qu'on en a tirées. Le passage d'un métal injecté d'un ordre de vais- x dans un autre est difficile à contrôler dans tous ces cas, car il peut dépendre le déchirure faite aux parois délicates des vaisseaux. D'ailleurs il ne saurait être lui-même regardé comme une preuve suffisante de l'existence d'une communi- on directe (4).

D'un autre côté, on ne doit pas omettre de dire que les racines proprement dites système lymphatique sont totalement inconnues encore. Nos moyens d'injection it trop imparfaits pour permettre d'arriver à la solution de problèmes si délicats; quand il s'agit d'injecter du centre à la périphérie, c'est-à-dire de chercher à plir les racines, les valvules des lymphatiques et le peu de facilité avec laquelle mercure se prête à parcourir des tubes extrêmement fins, sans en déchirer les ois, opposent d'insurmontables obstacles.

Il n'y a donc d'avéré que l'abouchement des principaux troncs lymphatiques dans système veineux. Chez l'homme et les mammifères, la lymphe s'épanche du al thoracique dans la veine sous-clavière gauche; quelques troncs plus petits en sent aussi une partie dans la veine sous-clavière droite. Les autres modes de mmunication cités par les auteurs paraissent n'être que des exceptions; tel est cas dans lequel Wutzer et moi nous avons vu le canal thoracique envoyer une nche à la veine azygos (5). Panizza a trouvé aussi que, chez le cochon, il ste régulièrement une connexion entre la veine azygos et des branches du canal racique (6).

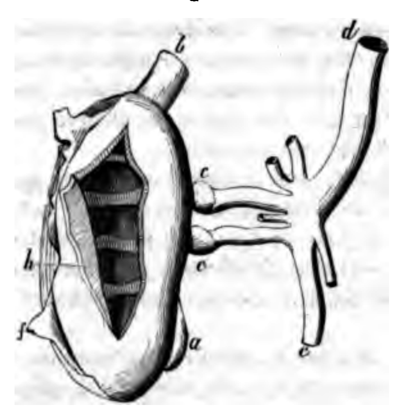
Chez les oiseaux, les vaisseaux lymphatiques des membres inférieurs s'abou- ent à part dans les veines iliaques, suivant Fohmann, Lauth et Panizza. De me, chez les reptiles, la lymphe des parties postérieures du corps se verse de que côté dans le système veineux, comme le prouvent mes observations et celles Panizza.

(1) Lucthmans, *De absorptionis sanæ et morbosæ discrimine*. Utrecht, 1829.
(2) *Loc. cit.*, p. 56.
(3) Meckel's *Archiv*, 1828, p. 172.
(4) *Comp.* E.-H. Weber, *Anat.*, t. III, p. 113.
(5) *Voy.* Wutzer, dans Mueller's *Archiv*, 1834.
(6) *Comp.* Otto, *Patholog. Anatomie*, p. 366.

Cœurs lymphatiques des reptiles.

Les cœurs lymphatiques des reptiles ont été découverts par moi en 18: les ai décrits dans les grenouilles, les crapauds et les lézards, Panizza les dans les serpents et les crocodiles (2). Depuis, j'ai constaté aussi leur chez les tortues (3). Ce sont de petits sacs musculeux, qui poussent dans les principaux troncs ant postérieurs du système veineu: reptiles nus en ont quatre, d rieurs et deux postérieurs; ch nouille, le postérieur de chaqu situé à la région sciatique, sous l'antérieur est plus caché, et log pophyse transverse de la troisiè bre. Ces organes battent dans plète indépendance du cœur, m qu'on les a extirpés du corps d nouille ou qu'on a haché celle-c ceaux : les battements des sup sont pas toujours isochrones avec inférieurs, et les deux cœurs c dants d'un côté ne battent même stamment ensemble. Ils se contractent environ soixante fois par minute. Ils nent une lymphe incolore, et l'on peut, en y poussant de l'air, insuffler les les espaces lymphatiques des membres. Lorsqu'on souffle les antérieurs, gonfler les espaces lymphatiques des aisselles. Les cœurs postérieurs épanc lymphe dans une branche de la veine ischiatique, et les antérieurs verse dans une branche de la veine jugulaire. Les reptiles écailleux semblent ne que des cœurs postérieurs, qui, chez les lézards et les crocodiles, sont base de la queue, derrière l'os ilium. Les cœurs lymphatiques des tor placés sous la partie postérieure de la carapace : ceux des tortues de mer vent immédiatement derrière l'extrémité supérieure de l'ilium; dans une

Fig. 26.



(1) MUELLER, dans POGGENDORFF's *Annalen*, 1832. — *Philosoph. Trans.*, 1833, p.

(2) *Sopra il sistema linfatico dei rettili.* Pavie, 1833.

(3) *Abhandlungen der Acad. zu Berlin*, 1839.

(4) La figure 26 représente, d'après E. Weber, un cœur lymphatique droit du *Pyt* vu en dessous et double de la grandeur naturelle : *a* cul-de-sac, qu'on ne peut pas comme une oreillette distincte; *b* abouchement du tronc lymphatique à l'extrémité du cœur; *cc* endroit où le cœur communique avec deux veines, dont les extrémités gonflées, à cause de la présence, sur ce point, de valvules qui ont empêché l'injection de *d* tronc veineux, qui se rend au rein droit, comme vaisseau afférent; *e* veine du ru membre postérieur; *f* couche extérieure de tissu cellulaire qui entoure le cœur; *g* co culeuse moyenne de la paroi du cœur, qui se compose de fibres diversement entrecroi vité du cœur, tapissée par une membrane lisse; on y aperçoit quatre colonnes trans peu près parallèles les unes aux autres, qui sont composées de fibres musculaires c tendineuses.

i pesait cent quarante livres, ils avaient près d'un pouce de volume, et se
ınt régulièrement trois ou quatre fois par minute, alors même qu'on
hé la tête de l'animal, et coupé son corps en travers (1).
i j'ai cherché en vain les cœurs lympathiques chez les poissons. Les oi-
ı ont pas non plus, ou du moins nous ne connaissons point les endroits
ait les chercher.
ır structure fine, ces cœurs ressemblent à ceux du système sanguin.
observations de Valentin, leurs faisceaux musculaires sont marqués de
versales. Ed. Weber a fait voir qu'ils agissent comme des pompes (2).

CHAPITRE III.

Des fonctions des vaisseaux lymphatiques.

que le sang traverse les capillaires, c'est-à-dire les vaisseaux intermé-
artères et aux veines, qui ont 0,00025 à 0,00050 pouce de diamètre,
exercent une influence vivifiante sur les molécules des organes près des-
ulent, et, prenant par là une couleur rouge foncée, passent visiblement
nes; mais la partie tout à fait liquide du sang, c'est-à-dire la dissolution
et de fibrine, peut, comme toute autre dissolution, en suivant le cours
es, traverser, du moins en partie, les parois délicates de ces vaisseaux,
particules organiques interposées entre les réseaux capillaires, et servir
utrition et à la sécrétion. C'est ce qui fait que le sang veineux, celui qui
organes, contient moins de fibrine. Les parties dissoutes du sang, l'albu-
fibrine, peuvent donc imbiber abondamment les moindres molécules
, et servir à leur nutrition; ce qui est superflu se réunit dans les réseaux
es que renferment partout les interstices des particules d'organes.
e encore si les capillaires du système sanguin communiquent avec les
nents des lymphatiques par des ramifications plus déliées, qui n'admet-
la partie liquide du sang, et ne laisseraient point passer les globules
ı), qu'elles sépareraient du liquide par une sorte de tamisation. S'il existe
communications, on pourrait expliquer par là la couleur rougeâtre
quemment la lymphe des lymphatiques de la rate, et même, quoique
ent, par exemple chez les animaux soumis au jeûne, celle des lympha-
tres parties du corps (3).

ER's *Archiv*, 1840, cah. I.
ER's *Archiv*, 1838, p. 535.
rave matière, les conjectures ne profitent guère à la science. Cependant, comme
as douteux aujourd'hui que toute la portion du système lymphatique qui est chargée
n dans le canal alimentaire naît par des racines indépendantes de la partie capil-
ne vasculaire sanguin, il n'y a du moins pas témérité à présumer que les choses
même pour les lymphatiques des autres régions du corps. Au reste, tout fait es-
ouvelle méthode de disgrégation des éléments organiques, introduite par Lacauchie,
ıydrotomie, ne tardera pas à fournir les moyens de résoudre définitivement cet im-
ème. (*Note du trad.*)

Celles des parties liquides du sang qui ne servent pas à la nutrition, sont donc ramenées dans la masse de ce liquide par les vaisseaux lymphatiques. D'après cela, la lymphe doit naturellement ressembler à la partie du sang, quant à la composition, et le sang lui-même doit être composé de lymphe, c'est-à-dire d'albumine et de fibrine dissoutes, et de globules. Une observation faite par moi, et facile à répéter, prouve que la lymphe ramenée des organes par les vaisseaux lymphatiques tire principalement son origine des parties liquides du sang qui imbibent les parties, et qu'elle n'est pas de formation entièrement nouvelle; c'est que, quand le sang des grenouilles ne se coagule pas, leur lymphe ne se coagule pas non plus, et que, quand, au contraire, leur sang se coagule, leur lymphe en fait autant. Ainsi, il arrive quelquefois que le sang de ces animaux ne se coagule point en été, lorsqu'on les garde huit jours ou plus hors de l'eau, tandis qu'à l'état frais, sans exception, il se coagule complétement à sa sortie des vaisseaux. Il en est de même absolument de la lymphe des espaces lymphatiques de la grenouille. Un état particulier ou l'absence de la fibrine dans le sang de grenouille à certaines époques, entraîne donc un état analogue ou l'absence de cette fibrine dans la lymphe.

Absorption par les vaisseaux lymphatiques.

Quelques physiologistes, et dans ces derniers temps encore Magendie, ont mis en doute que les vaisseaux lymphatiques absorbent réellement. La faculté d'absorber appartient certainement à ceux du canal intestinal : car la lactescence ou la translucidité du chyle change selon les aliments. Cependant il y a aussi des faits démontrant que d'autres lymphatiques que ceux du canal intestinal sont doués de la puissance d'absorber. Non seulement les lymphatiques deviennent souvent douloureux à la suite de frictions irritantes, leur trajet se dessine alors par des lignes rouges et les glandes auxquelles ils aboutissent s'engorgent, mais encore les lymphatiques situés au voisinage de certaines substances animales ont été trouvés remplis de ces matières. Assalini, Saunders, Mascagni et Sœmmerring ont observé de la bile dans ceux qui provenaient du foie, chez des sujets atteints d'obstruction des conduits biliaires. Weber (1), Tiedemann et Gmelin (2) ont remarqué qu'après la ligature du canal cholédoque, chez les chiens, les vaisseaux lymphatiques du foie étaient pleins d'un liquide très jaune, les glandes aboutissantes jaunes également, et le contenu du canal cholédoque teint aussi par les principes constituants de la bile.

D'un autre côté, il faut rejeter parmi les fables tout ce qu'on a dit des globules de sang ou de pus que les lymphatiques auraient absorbés dans des épanchements sanguins ou des dépôts purulents. Lorsqu'on a trouvé du sang dans ces vaisseaux à la suite d'une hémorrhagie, c'est qu'il y avait pénétré par le fait d'une rupture. Il est rare, comme le dit Andral, que les vaisseaux lymphatiques s'emplissent de pus au voisinage des abcès. Le pus ne s'y rencontre qu'en certaines circonstances, les mêmes que celles dans lesquelles il pénètre aussi dans l'intérieur des veines, c'est-à-dire quand l'inflammation d'une partie se propage aux vaisseaux sanguins et lymphatiques : alors du pus se produit dans l'intérieur de ces vaisseaux. L'inflammation, comme cause du phénomène, s'annonce, dans les veines d'un ca[illegible]

(1) *Anat.*, t. III, p. 123.

(2) *Recherches expérimentales physiologiques et chimiques sur la digestion*, trad. [illegible] A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1827, t. II.

ɪar les exsudations et les productions de fausses membranes qui ont lieu ément (1).
die cite le cas suivant, emprunté à la pratique de Dupuytren : Une femme it une énorme tumeur fluctuante au côté interne de la cuisse, succomba. jours avant sa mort, il s'était établi chez elle une inflammation du tissu sous-cutané de ce membre. En coupant la peau qui couvrait la tumeur, n vit des points blancs se former sur les lèvres de l'incision, et l'on dé- dans le tissu cellulaire sous-cutané, des lignes blanches qu'on reconnut aisseaux lymphatiques pleins de pus. Les glandes inguinales étaient rem- a même matière, dont celles des lombes n'offraient aucune trace, non le canal thoracique. Magendie parle aussi d'un autre malade de l'Hôtel- z lequel, à la suite d'une fracture compliquée, un abcès volumineux se ı, et les veines ainsi que les vaisseaux lymphatiques montrèrent, dans leur du pus qui provenait des parties malades (2).
ı métrite, l'inflammation se propage quelquefois aux vaisseaux lympha- aux veines (3). Ici vient encore se ranger la phlébite, qui a quelquefois ıt de départ le moignon d'un membre amputé. Le pus dans les veines, lité de matière décomposée, provoque une nouvelle inflammation, qui a source de nouveaux abcès dans d'autres parties, comme on l'observe uemment après les grandes suppurations et les amputations dont la sur- ure longtemps : il n'est pas rare alors qu'on trouve des abcès épars dans s poumons, les muscles, ou autres parties du corps. Le pus de ces abcès été absorbé.
ırde comme une chose impossible que du pus grenu contenu dans la sang soit sécrété par les reins. Il n'y a que les éléments dissous du pus ent être absorbés et éliminés hors du corps. Si, par suite de la suppu-

ut, comme le dit Donné (*Cours de microscopie*, p. 133), distinguer avec soin deux érents. Sans doute, quand il s'agira, par exemple, de pus amassé dans une veine ou ans un caillot de sang, si ce liquide conserve les caractères extérieurs qui lui sont peut parvenir à le reconnaître ; mais, dès qu'il est question de pus mélangé avec le oblème change de face, car alors le pus ne conserve pas ses caractères extérieurs, et ırrait constater sa présence qu'à l'aide de ses éléments intimes, de ses globules na- ceux du sang. Or, sans nier absolument la possibilité de distinguer les globules du pus s blancs du sang, Donné le croit douteux. « Souvent, dit-il, j'ai cru être sur la trace s le sang, et avoir définitivement constaté la présence des globules purulents. Dans où l'on présumait que du pus circulait avec le sang, soit par suite d'une résorption, te de l'inflammation des vaisseaux, le sang m'a offert une si grande quantité de glo- s, c'est-à-dire de globules sphériques, granuleux, incolores, se comportant avec les ıme les globules purulents, que je crus avoir affaire à du véritable pus et être en mer que le microscope pouvait réellement servir à reconnaître la présence du pus dans ais, en comparant de nouveau ces nombreux globules aux globules blancs qui sont nt contenus dans le sang normal, je retombai dans de nouvelles incertitudes, en les mêmes caractères physiques et chimiques aux uns et aux autres, le même aspect, ınière de se comporter avec l'eau, l'acide acétique, l'ammoniaque, l'éther, etc. Ne donc alors que d'une simple augmentation dans la quantité des globules blancs natu- ı d'une altération par le mélange du pus ? C'est ce qui est encore douteux pour moi. » (*Note du trad.*)

is de physiologie, t. II, p. 218.

ɛILHIER, *Anat. pathologique du corps humain*, in-fol., livraison 13, tab. II.

ration d'une partie quelconque, on voit paraître tout à coup du pus dans l'urine, il faudrait que le pus eût pénétré dans le sang, et qu'il eût déterminé une inflammation et des abcès dans les reins. Ce qu'on nomme quelquefois urine purulente par métastase, n'est qu'un sédiment qui n'a pas été sérieusement examiné (1).

La graisse contenue dans le chyle, et qui le rend plus ou moins trouble, ne peut pas être considérée comme un corps solide; elle se trouve à l'état liquide, seulement très divisée. Du reste, on ignore encore comment l'absorption de cette substance dans l'intestin doit être conçue.

L'absorption, par les lymphatiques, de substances étrangères dissoutes ne peut point être révoquée en doute; mais elle a lieu avec beaucoup plus de lenteur que l'introduction des mêmes substances dans le sang.

Hunter avait prétendu que de l'eau colorée qu'on injecte dans le canal intestinal d'un animal, apparaît en peu de temps dans les vaisseaux lymphatiques. Flandrin n'a pas trouvé que les choses se passassent ainsi chez le cheval. Magendie et Dupuytren ont répété l'expérience plus de cent cinquante fois, et jamais ils n'ont rencontré dans les lymphatiques les substances qui avaient été absorbées. D'un autre côté, Mayer et Schrœder van der Kolk ont observé une absorption, lente à la vérité, mais évidente, de substances étrangères dans le canal intestinal. L'académie de Philadelphie a vu le cyanure potassique (mais non les matières colorantes végétales) être absorbé, ce que Lawrence et Coates ont également constaté; Halle et d'autres encore, après avoir fait avaler des matières colorantes à des animaux, ne les ont pas retrouvées dans le canal thoracique, tandis qu'elles avaient passé dans le sang et la circulation. Tiedemann et Gmelin ont soumis cette importante question à un nouvel examen (2). Dans leurs nombreuses expériences, les matières colorantes mises en contact avec la face interne de l'estomac ne furent jamais admises par les vaisseaux lymphatiques, quoiqu'elles s'annonçassent dans l'urine et le sang. Les sels sont les seules substances qu'ils aient vues quelquefois passer dans le chyle; ainsi ils trouvèrent une fois un peu de fer chez un cheval auquel ils avaient administré du sulfate de fer, une fois du cyanure de cuivre chez un chien, et une fois aussi du sulfocyanure de cuivre chez un autre chien. Je puis ajouter à ces faits une observation que j'ai moi-même recueillie : je plongeai le train de derrière d'une grenouille, presque jusqu'à l'anus, dans une dissolution de cyanure potassique, où je maintins l'animal de force durant deux heures; ensuite je l'essuyai avec soin, je séchai les pattes, et j'essayai la lymphe sous-cutanée par

(1) Cette assertion est vraie en ce qui concerne les prétendues métastases purulentes sur l'appareil sécréteur de l'urine; mais les divers sédiments de l'urine ont été depuis peu soumis à des études sérieuses, tant microscopiques que chimiques, et l'on sait aujourd'hui à quels caractères on peut jusqu'à un certain point reconnaître la présence du pus dans l'urine. Il forme au fond du vase où ce liquide est reçu une couche mate, opaque, bien limitée, d'un blanc jaune ou verdâtre, dans laquelle le microscope fait découvrir des globules dont les caractères physiques et chimiques ont été déterminés (Donné, *Cours de microscopie*, p. 262). Cependant, comme le dit Donné, il est fort difficile de distinguer le pus du mucus, car un globule de pus ne se distingue pas d'un globule muqueux, et ce n'est qu'à l'aide des circonstances accessoires qu'on peut s'éclairer sur ce point. — *Cons.* aussi Becquerel, *Séméiotique des urines*. Paris, 1841, p. 105. (*Note du trad.*)

(2) *Recherches sur la route que prennent les diverses substances pour passer de l'estomac et du canal intestinal dans le sang.* Paris, 1821.

sel de fer, afin de savoir si les lymphatiques avaient absorbé du cyanure : la lymphe devint sur-le-champ d'un bleu clair, réaction que le sérum du sang fournit d'une manière à peine sensible. Dans une seconde expérience, où l'immersion avait duré une heure, la lymphe ne bleuit point.

Il résulte de tous ces faits que les vaisseaux lymphatiques absorbent, mais en général seulement, des liquides de nature particulière, pour lesquels ils ont vraisemblablement de l'affinité ; que les substances étrangères y pénètrent avec peine, d'une manière purement exceptionnelle, comme les solutions salines ; et que la plupart des matières colorantes ne s'y introduisent point, du moins dans la généralité des cas.

En comparant ensemble le chyle des vaisseaux lymphatiques et le chyme contenu dans le canal intestinal, il ressort tout de suite, non seulement que les lymphatiques absorbent, mais encore qu'ils métamorphosent ce qu'ils absorbent ; car c'est seulement lorsque la substance alimentaire se trouve contenue dans leur intérieur, qu'elle acquiert la propriété de se coaguler spontanément en partie ; et plus elle avance dans le système lymphatique, plus cette propriété devient prononcée en elle. Peut-être les lymphatiques des autres parties du corps transforment-ils aussi l'albumine en matière coagulable. Dans tous les cas, on voit que l'absorption organique accomplie par eux diffère totalement de l'imbibition et du passage immédiat des substances dissoutes dans le sang. Il est probable, comme E.-H. Weber a tenté de l'établir, que, quand des substances étrangères viennent à être absorbées, les lymphatiques leur font subir aussi une métamorphose. Ainsi Emmert a observé qu'après la ligature de l'aorte abdominale, l'angusture, introduite dans une plaie au pied, ne pouvait pas empoisonner l'animal, et que l'acide cyanhydrique, appliqué de la même manière, restait également sans effet. Comme ces poisons peuvent pénétrer aussi par imbibition dans les vaisseaux lymphatiques, qui les propagent, quoique avec plus de lenteur, de même que le feraient les vaisseaux sanguins, on est obligé, pour expliquer ces observations, d'admettre que les lymphatiques font subir un changement quelconque aux substances étrangères, quand ils viennent à en absorber.

Le mécanisme de l'absorption est encore inconnu. La capillarité, dont on est si prodigue pour expliquer les phénomènes de l'économie animale, ne rend raison que de la réplétion des tubes capillaires, quand ceux-ci sont vides, ou alternativement vides et pleins, et n'explique point l'ascension des liquides. Lorsque je vis les lymphatiques du mésentère s'emplir de lait injecté, par la distension des parois intestinales, je crus un moment pouvoir expliquer l'absorption dans le tube alimentaire. Mais je revins bientôt de cette idée, en me rappelant combien sont faibles les contractions qu'on voit exécuter aux intestins immédiatement après l'ouverture du ventre, en réfléchissant que les intestins grêles sont presque toujours dans un état de collapsus. J'en fus détourné bien plus encore quand je m'aperçus que, la plupart du temps, peut-être même toujours, ces injections sont précédées d'une déchirure de la membrane interne des intestins. Il faut qu'une attraction quelconque entre en jeu dans le phénomène de l'absorption. Une fois que les lymphatiques sont pleins jusqu'au delà de la tunique musculeuse, la moindre contraction de l'intestin doit faire avancer le chyle, puisqu'elle a pour effet de comprimer les lymphatiques qui courent entre les fibres de la tunique musculeuse, et que

toute compression éprouvée par ces vaisseaux détermine le chyle à se porter vers la citerne de Pecquet, à cause de la disposition des valvules. Les réseaux lymphatiques, après s'être vidés, doivent se remplir de nouveau, quand la contraction du canal intestinal cesse, parce qu'il résulte de là des vides à remplir. Mais tout cela ne saurait avoir lieu dans d'autres parties qui ne sont pas contractiles, et, chez les poissons, les lymphatiques manquent de valvules. Il est donc vraisemblable qu'une autre espèce d'attraction encore déploie ici son influence, et sans nul doute ce n'est pas une attraction physique, par exemple la capillarité, c'en est une organique, que nous ne connaissons point. Je n'ai pas aperçu le moindre mouvement dans les villosités elles-mêmes, lorsque j'ouvrais l'intestin d'un lapin vivant, et que j'en examinais la surface interne dans de l'eau chaude (1). Jamais non plus je n'ai vu aucune trace de mouvement, ni dans les lymphatiques du mésentère, ni dans la citerne de Pecquet, ni dans le canal thoracique.

L'absorption par les vaisseaux lymphatiques étant enveloppée d'une si grande obscurité, il me paraît à propos d'examiner les lois de cette fonction chez les végétaux. Peut-être n'est-il pas un seul point à l'égard duquel les animaux et les végétaux se ressemblent davantage qu'en ce qui concerne l'ascension des liquides dans les lymphatiques chez les animaux, dans les vaisseaux séveux chez les végétaux.

Dutrochet a prouvé que les organes qui opèrent l'ascension de la sève au printemps sont les extrémités des racines, et que la force avec laquelle le liquide monte agit *a tergo*, ayant les racines pour point de départ. Il choisit, au printemps, une tige de vigne, longue de deux mètres, et en tronqua l'extrémité, de laquelle la sève s'écoula goutte à goutte d'une manière continue. La cause de l'ascension du liquide n'est donc point une attraction que la partie supérieure du végétal exerçait sur celui qui est contenu dans le bas de la tige. Dutrochet coupa ensuite d'un seul coup la tige auprès du sol; l'écoulement par le bout supérieur cessa aussitôt. La cause de l'ascension ne réside donc point dans la tige. En effet, la portion de tige qui était restée dans le sol continuait de verser de la sève. Dutrochet enleva alors la terre qui couvrait la racine, et coupa transversalement cette dernière; la sève s'écoula seulement par la partie inférieure de la racine, restée implantée dans le sol. Il poursuivit cette recherche par des sections toujours pratiquées plus bas sur une des racines, et parvint ainsi jusqu'aux radicelles. Par là, il lui fut démontré que la force impulsive qui opérait l'ascension de la sève avait son siége dans les extrémités des racines. Dutrochet prit une radicelle, dont il mit le bout seulement tremper dans l'eau, en observant avec une loupe la coupe transversale située hors du liquide : il vit la sève suinter sur cette coupe transversale, et surtout par la partie ligneuse du filament (2). Au reste, Delabaisse et Hales avaient

(1) Lacauchie (*Études hydrotomiques et micrographiques*, p. 52) a vu les villosités intestinales, examinées aussitôt après avoir été détachées de l'animal vivant, exécuter des mouvements qu'il attribue à la contractilité des parois des lymphatiques contenues dans leur intérieur. Gruby et Delafond disent aussi avoir observé, dans chaque villosité examinée sur l'animal vivant, trois mouvements, l'un d'allongement, le second de raccourcissement, et le troisième de latéralité; mais ils n'en indiquent point la source. A l'article de la *Digestion*, nous reviendrons sur les conséquences que ces trois anatomistes ont déduites de leurs observations. (*Note du trad.*)

(2) *Mémoires pour servir à l'étude anat. et physiol. des végétaux et des animaux.* Paris, 1837, t. I, p. 403.

sont les extrémités des racines qui absorbent les substances du dehors. gea l'extrémité d'une racine d'arbre dans un tube de verre plein d'eau, ju'au bout de six minutes la racine avait absorbé une quantité notable (1).

émités des racines sont les organes auxquels de Candolle donne le nom les. Agardh fait remarquer que leur organisation ne diffère de celle du racine qu'en ce que les cellules y sont petites, et, par cela même, accu- iais, comme ces cellules ne tardent pas à croître, elles cessent alors de sorber, et la fonction passe à de nouvelles cellules qui se forment au- :lles. Au reste, les spongioles n'absorbent que l'eau et les substances que nt en dissolution.

ttribue l'ascension de la sève à une polarité existante entre les racines les, dont les premières absorbent et les autres exhalent, et il considère iène comme étant aussi peu susceptible d'être expliqué que l'action po- l'aimant. Dans tous les cas, son hypothèse n'est point applicable aux :hez lesquels il n'existe qu'une des deux conditions, l'absorption par les ments des lymphatiques, puisque, de l'autre côté, la lymphe passe dans lais il est d'un grand intérêt pour nous de savoir que, comme l'ont fait aisse, Hales et Dutrochet, l'ascension de la sève, chez les végétaux, peut ninée par la seule action des racines et de leurs spongioles, c'est-à-dire séquence d'une absorption continuelle.

les villosités intestinales ne soient pas des organes nécessaires à l'absor- es vaisseaux lymphatiques, qu'au contraire l'absorption par les com- ts rétiformes de ces vaisseaux ait lieu sans elles dans la plupart des par- il y ait même beaucoup d'animaux dont les intestins en sont dépourvus, on peut les comparer aux spongioles des racines : seulement, il ne faut de vue que les commencements des vaisseaux lymphatiques n'y sont nés autrement qu'ils ne le sont dans les parties privées de villosités. Mais des spongioles se retrouvent aussi dans ce qu'on appelle les cellules des villosités intestinales, cellules qui, sans le moindre doute, ont des plus importants que celui de remplir la fonction d'un épithélium pro- 'après les recherches de Reichert, c'est cette couche de cellules qui, développement de la grenouille, constitue d'abord à elle seule la tota- nembrane muqueuse de l'intestin, de sorte que ce qui, avec le temps, couche la plus extérieure de cette membrane, en est réellement la for- nitive ; et constitue l'organe assimilateur proprement dit. Comme, en etrouve ces cellules primaires dans tous les organes sécrétoires, il est nt probable qu'elles sont les véritables éléments actifs tant dans l'absor- dans la sécrétion.

té absorbante des lymphatiques, étant une propriété organique de ces doit s'accroître et diminuer par l'effet de certaines influences qui exer- ction sur l'organisme. Ainsi, elle paraît être diminuée dans l'inflam- mme le fait remarquer Autenrieth (2) ; car il se manifeste souvent une

(1) ..., *Allgemeine Biologie der Pflanzen*. Greifswald, 1832, p. 9.

(2) ...*logie*, t. II, p. 224.

tuméfaction œdémateuse persistante au pourtour de la partie enflammée. On ignore comment agissent les substances qui passent pour être aptes à favoriser la résorption. Elles doivent évidemment pouvoir accroître l'activité des vaisseaux lymphatiques, par exemple lorsqu'il y a quelque épanchement à résorber; car, en pareil cas, il ne s'agit pas de ramollir et de dissoudre, mais de ramener un corps déjà liquide dans le torrent de la circulation. Dans beaucoup d'autres circonstances, la première chose à faire est d'opérer le ramollissement et la dissolution, comme lorsqu'il est question de la résorption d'une tumeur, dont les parties constituantes sont ainsi rendues aptes à être admises dans les vaisseaux sanguins. Les remèdes dits antihydropiques et l'iode nous fournissent des exemples de ces deux cas.

Mais ce qui apporte tant de restrictions à l'usage des résolutifs en médecine, c'est que beaucoup de substances qui peuvent dissoudre certaines matières animales hors du corps, exercent une action destructive sur les parties animales vivantes.

Il est des parties qui, dans l'état de santé, disparaissent régulièrement à certaines époques; leurs molécules se fondent pour ainsi dire dans le liquide nourricier général, sans que nous concevions comment celui-ci devient un menstrue pour des parties qui s'en sont nourries auparavant. C'est ainsi que disparaissent la queue des têtards de grenouille, la membrane pupillaire, le thymus, et que se développent les cellules du tissu spongieux des os, qui s'effacent aussi en partie par les progrès de l'âge, donnant ainsi lieu à l'amincissement des os du crâne. Les cavités aériennes des os, les sinus frontaux, etc., se produisent et s'agrandissent de la même manière.

La fonte de parties qui sont parcourues par des vaisseaux sanguins et lymphatiques est toujours plus facile à concevoir que la disparition de celles dans lesquelles ces vaisseaux manquent, les dents par exemple. Les racines des dents de lait disparaissent avant la chute des dents elles-mêmes, et paraissent comme rongées. On ne peut point admettre qu'elles se ramollissent, puisque, sur la limite même de la portion qui a disparu, elles n'ont subi aucun changement et sont aussi dures que partout ailleurs. Ici la substance qui disparaît n'est pas reçue dans les vaisseaux propres de l'organe; elle l'est dans ceux du sac vasculaire de la nouvelle dent voisine. Mais nous ne pouvons nous faire aucune idée d'un menstrue qui dissolve simultanément les sels calcaires et le cartilage dentaire, au point de contact des surfaces parcourues par les vaisseaux sanguins.

Les os sont résorbés par un travail morbide, dans le voisinage de tumeurs qui exercent une compression sur eux. Ce travail nous est totalement inconnu. Rien ne nous autorise à admettre que des portions d'os frappés de mort, par exemple nécrosés, subissent aucun changement par l'effet d'une résorption que les parties vivantes avec lesquelles ils se trouvent en contact exerceraient sur eux (1).

Changements que les liquides éprouvent dans les vaisseaux lymphatiques.

Les parois des vaisseaux lymphatiques, qui sont parsemées de réseaux capillaires sanguins, paraissent exercer une influence modificatrice sur la composition

(1) *Voy.* sur la résorption morbide Schrœder van der Kolk, dans Lucutmas, *De absorptione sanæ et morbosæ discrimine.* Utrecht, 1829.

lymphe et du chyle. Les glandes lymphatiques agissent de la même manière ; ne sont autre chose que des appareils propres à accroître l'étendue de la surface agissante, puisque de simples plexus les remplacent chez les animaux vertébrés inférieurs, et qu'elles-mêmes ne sont en réalité que des plexus plus compliqués. Le chyle contenu dans les lymphatiques du mésentère n'est coagulable, suivant Tiedemann et Gmelin, qu'après qu'il a traversé les glandes lymphatiques. Les vaisseaux et les glandes lymphatiques semblent donc convertir une partie de l'albumine du chyle en fibrine par une action particulière de leurs parois. Cette influence de leur part sur la composition des liquides qu'ils contiennent paraît subir un changement dans certaines maladies, ou bien eux-mêmes souffrent de l'action exercée sur leurs parois par des liquides d'une composition vicieuse, comme dans les scrofules.

Les vaisseaux lymphatiques ont une sensibilité particulière pour les matières étrangères ; la résorption de ces matières les rend douloureux, quelquefois même les enflamme et les tuméfie, et alors ils se prononcent au travers de la peau, sous forme de stries rouges. Dans les mêmes circonstances, les glandes lymphatiques situées au voisinage du lieu où s'effectue la résorption acquièrent plus de volume et deviennent douloureuses aussi. En général, le gonflement disparaît quand il n'y a plus de nouvelle matière absorbée ; mais parfois les glandes sont prises d'inflammation et suppurent. C'est ainsi que les glandes lymphatiques du voisinage se tuméfient après l'insertion d'un poison animal sous l'épiderme, après l'application d'un vésicatoire, après la morsure des serpents, après une coupure ou une piqûre dans la dissection de certains cadavres, après les frictions avec la pommade stibiée, après des frictions mercurielles autour d'un furoncle ou d'une partie enflammée. Les glandes du mésentère paraissent être avec l'intestin dans le même rapport que les glandes superficielles avec la peau, car elles s'enflamment dans l'inflammation et la suppuration du tube alimentaire (typhus abdominal, fièvre typhoïde).

Mouvement de la lymphe.

Le mouvement de la lymphe dans le système lymphatique a pour cause l'absorption continuelle qui s'effectue au commencement de ce système. C'est pourquoi, lorsqu'on lie le canal thoracique, il se gonfle jusqu'à crever, au-dessous de la ligature (1).

Il n'y a de contractions vermiformes ni dans le canal thoracique ni dans les vaisseaux lymphatiques. Les lymphatiques du mésentère des lapins, examinés au microscope, n'ont offert à Schwann et à moi ni mouvement soit dans les parois des vaisseaux, soit dans leurs valvules, ni aucune trace de mouvements vibratiles à leur intérieur.

Les lymphatiques ne se contractent pas non plus d'une manière sensible lorsqu'ils viennent à être irrités. Schreger (2) prétendait avoir observé ce phénomène. Mais Tiedemann n'a pu déterminer aucune contraction dans le canal thoracique par l'emploi des stimulants mécaniques ou chimiques : il a seulement observé que, quand on le piquait, le contenu s'échappait sous la forme de jet.

(1) Autenrieth, *Physiologie*, t. II, p. 115. — Carus, dans Meckel's *Archiv*, t. IV, p. 420.
(2) *De irrit. vas. lymphat.* Leipzick, 1789.

Une pile galvanique que je fis agir sur le canal thoracique d'une chèvre demeura d'abord sans effet, et détermina au bout de quelque temps un resserrement presque insignifiant.

Les valvules des lymphatiques servent, comme celles des veines, à annuler l'influence qu'une compression accidentellement exercée du dehors pourrait exercer sur le cours de la lymphe.

Les cœurs lymphatiques que j'ai découverts dans la classe des reptiles doivent favoriser beaucoup le mouvement de la lymphe; ils déterminent le versement immédiat de celle des parties inférieures du corps dans la veine ischiatique, et de celle des parties supérieures dans une branche de la veine jugulaire. Chez les mammifères et chez l'homme, le chyle et la lymphe n'arrivent que dans les veines sous-clavières; la totalité du premier et la plus grande partie de la seconde sont amenés par le canal thoracique à la veine jugulaire gauche, et souvent il arrive qu'on en reconnaît encore les traces dans le sang de la veine cave supérieure. Je n'ai jamais pu voir le moindre vestige de mouvement ni dans le canal thoracique et la citerne de Pecquet, ni dans les lymphatiques des mammifères, ni enfin dans ceux des reptiles, leurs cœurs lymphatiques exceptés.

On peut se faire une idée approximative du mouvement de la lymphe d'après la quantité de liquide qui s'écoule du canal thoracique. Dans une expérience faite par Magendie sur un chien de moyenne taille, ce canal fournit une demi-once de chyle en cinq minutes: dans une autre de Collard de Martigny, il donna neuf grains de lymphe en dix minutes, chez un lapin mis à la diète depuis vingt-quatre heures. Après que Collard de Martigny eut chassé par compression la lymphe d'un petit tronc lymphatique du cou d'un chien, ce vaisseau se remplit de nouveau en sept minutes; il en exigea huit dans une seconde expérience (1). Chez l'homme dont j'ai parlé précédemment, les lymphatiques du cou-de-pied et du gros orteil se remplissaient à tel point, en un espace d'un quart d'heure à une demi-heure, qu'on pouvait recueillir une assez grande quantité de lymphe dans un verre de montre. Chez les grenouilles, la quantité de la lymphe est très considérable, à cause de l'ampleur des espaces lymphatiques qui existent chez ces animaux (2). Si l'on évalue la

(1) MAGENDIE, *Journal de Physiologie*, t. VIII.

(2) En terminant l'histoire des humeurs qui circulent, il importe d'indiquer ici des travaux récents, qui ont eu pour but d'établir que le sang contient normalement plus de métaux qu'on ne l'a jusqu'ici admis. — M. Millon (*Annuaire de chimie*, 1848, p. 459) a institué des expériences qui lui ont permis de trouver, dans le sang de l'homme, la silice, dont l'existence était problématique, le plomb, le cuivre et le manganèse, qu'on avait considérés jusqu'ici comme accidentels. M. Millon a insisté en outre sur la localisation de ces trois derniers métaux dans les globules sanguins. Voici les indications fournies par M. Millon : On introduit 500 grammes environ de caillot sanguin dans une capsule de platine de capacité suffisante, que l'on chauffe aussitôt sur un feu de charbon très ardent. Dès que les parties volatilisables se sont dissipées et qu'on a un charbon noir, dont la combustion reste insensible malgré le rouge vif de la capsule, on retire celle-ci du feu, on met sur le charbon de l'eau distillée, on fait bouillir une minute environ, et l'on jette le tout sur un filtre de papier Berzelius. On prend la partie soluble des cendres; mais le filtre retient une matière noire dont on recommence aussitôt la calcination, en reportant filtre et matière dans la capsule de platine. Cette seconde opération suffit ordinairement, pour donner un résidu salin non charbonneux; au besoin, on passerait à une troisième calcination. On dissout le résidu dans l'acide hydrochlorique, on évapore la liqueur acide à un feu doux, on reprend le résidu solide par de l'eau acidulée à l'acide hydrochlorique, et, dans

capacité de chacun de leurs quatre cœurs lymphatiques à une ligne cube (les antérieurs sont plus gros que les postérieurs), ces quatre organes envoient par minute 60 fois 4 ou 240 lignes cubes de lymphe dans les veines, en supposant qu'ils se vident d'une manière complète; mais, à chaque contraction, ils ne se débarrassent que d'une partie seulement de leur contenu.

cette dernière dissolution, on dirige un courant d'hydrogène sulfuré. La liqueur est abandonnée pendant vingt-quatre heures dans un flacon fermé; le cuivre et le plomb se déposent à l'état de sulfure. C'est à cette méthode que M. Millon donne la préférence pour doser spécialement le cuivre, le plomb et la silice. Quant au traitement du sang dilué, par les flacons remplis de chlore, et dans lesquels on a soin de maintenir le chlore en excès, c'est ce procédé qui a fait découvrir à M. Millon la présence permanente de ces trois principes dans le sang, et lui a permis, au début de ses recherches, d'en apprécier la forte proportion. Cette action du chlore est d'une rapidité qui la rend précieuse pour l'analyse qualitative et quantitative des éléments minéraux contenus à forte dose dans le sang humain. (*De la présence normale de plusieurs métaux dans le sang de l'homme, et de l'analyse des sels fixes contenus dans ce liquide*, par M. Millon, *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXIII, p. 372 et 508. *Même sujet*, par le même, *ib.*, t. XXIV, p. 255.) — M. Deschamps, d'Avallon, a trouvé aussi le cuivre dans le sang de l'homme. (*Journal de pharmacie et de chimie*, 3e série, t. XIII, p. 88, et t. XIV, p. 410.) — Consultez les *Recherches sur la présence du plomb, du cuivre et de l'argent dans la mer, et sur l'existence de ce dernier métal dans les êtres organisés*, par MM. Malaguti, Durocher et Sarzeaud. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIX, p. 780, et *Annales de chimie*, 3e série, t. XXVIII, 129.) — M. Melsens a contesté les résultats annoncés par M. Millon, (*De l'absence du cuivre et du plomb dans le sang*, par M. Melsens, *Annales de chimie*, 3e série, t. XXIII, p. 358). É. L.

LIVRE DEUXIÈME.

DES CHANGEMENTS ORGANICO-CHIMIQUES QUI SURVIENNENT DANS LES LIQUIDES ORGANIQUES ET LES TISSUS ORGANISÉS.

SECTION I.

DE LA RESPIRATION.

CHAPITRE PREMIER.

De la respiration en général.

L'oxygène est la partie essentiellement respirable de l'air atmosphérique, qui sur 100 parties, en contient 21 de ce gaz et 79 d'azote. La proportion de l'acide carbonique est très faible dans l'air, dont 10000 volumes ne contiennent que 4,15 de ce gaz, d'après Saussure; en pleine campagne, le maximum était de 5,74, et le minimum de 3,15; à Genève, la proportion était plus forte de 0,31 par 10000 parties d'air (1). Il y a, en outre, des impuretés exclusivement locales, par exemple celle qui est due à la présence d'une matière organique dont l'action de la lumière fait passer la couleur au rouge, et qu'on trouve aussi dans l'eau de pluie (2). La quantité de l'oxygène diminue dans l'air où respirent des hommes et des animaux, et ce gaz est remplacé par une quantité à peu près égale d'acide carbonique. Le gaz oxygène dans lequel on fait respirer des animaux subit le même changement. Sans prétendre que la respiration soit une combustion, on ne peut cependant méconnaître l'analogie qui existe entre les changements que ces deux actes font éprouver à l'air : dans l'un comme dans l'autre, l'azote semble être indifférent, et ne faire que tempérer l'intensité des phénomènes par sa présence.

Lorsqu'on étudie les gaz eu égard à la respiration et aux organes respiratoires, on doit bien se rappeler qu'il en est qui ne sont pas susceptibles d'entretenir la fonction, sans pour cela être précisément vénéneux. L'azote et l'hydrogène paraissent être indifférents pour la respiration : s'ils n'entretiennent pas la vie, c'est uniquement à cause de l'absence de l'oxygène, de sorte que, quand ils contiennent la quantité de ce dernier gaz nécessaire à la respiration, ils n'exercent aucune action nuisible sur l'économie. D'autres gaz ne sont point indifférents, et ils empoisonnent, en raison de leur affinité pour les substances animales.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que certains gaz peuvent être introduits dans les organes respiratoires malgré leurs propriétés vénéneuses, tandis que d'a

(1) *Ann. de chim.*, t. XLIV, p. 1.

(2) GMELIN, *Chemie*, t. I, p. 442.

ne sauraient y pénétrer en certaine quantité, parce qu'ils déterminent un res-
ement spasmodique, et qu'en particulier ils occasionnent l'occlusion de la glotte.
. Gaz qui entretiennent le travail chimique de la respiration.
° L'air atmosphérique, qui produit cet effet d'une manière durable, et sans
cer aucun préjudice à la vie.
° Le gaz oxygène et le gaz oxyde nitreux, qui entretiennent la vie pendant
lque temps, mais non d'une manière durable.
On a prétendu que le sang des animaux qui respirent le gaz oxygène devient
neil jusque dans les veines, et que le gaz finissait par exercer une influence
ructive. Mais Allen et Pepys n'ont vu survenir aucun accident chez l'homme,
ls n'ont observé, chez un pigeon, que de l'agitation, qui se dissipa peu de
ps après l'expérience. Des cabiais que Lavoisier et Seguin laissèrent pendant
gt-quatre heures dans du gaz oxygène, n'y éprouvèrent non plus aucun malaise.
n et Pepys ont trouvé que la respiration dans ce gaz produisait plus d'acide
bonique que celle dans l'air ; cependant le contraire eut lieu chez le pigeon
cité. Les phthisiques se sentent plus mal lorsqu'ils respirent de l'oxygène.
Quant au gaz oxyde nitreux, il entretient la vie quelques instants, mais ne
de pas à déterminer l'ivresse et la stupeur, avec exaltation, hallucination des
s, trouble des facultés intellectuelles, et enfin syncope (1). Une partie du gaz
dissout dans le sang, qui devient pourpre : la face et les lèvres prennent la cou-
r de celles d'un mort. Il se dégage des poumons du gaz azote et un peu d'acide
bonique (2).
II. Gaz qui sont respirables, mais qui n'entretiennent pas le travail chimique
la respiration.

(1) H. Davy. *Researches on nitrous oxyde*. Londres, 1800.
(2) P. Zimmermann vient de publier (*De respiratione nitrogenii oxydulati commentatio*, bourg, 1844) une série d'expériences sur la respirabilité du gaz oxyde nitreux ou protoxyde ote. Un lapin, plongé pendant vingt minutes dans ce gaz, a présenté les phénomènes sui-ts : Anxiété, paralysie apparente des muscles, et particulièrement de ceux du train de der-e, respiration vive, battements du cœur précipités et irréguliers, légères convulsions, as-xie. Rendu à l'air libre, l'animal ne tarda pas à sortir de sa torpeur. Trois jours après, le me animal, étant demeuré trois heures vingt minutes dans le gaz, revint également à la vie, ès avoir offert à peu près les mêmes symptômes. Un lapin de six semaines mourut, après avoir é deux heures quarante-cinq minutes dans le gaz. Un autre du même âge succomba au bout deux heures et demie, sans avoir éprouvé la moindre convulsion. Un troisième, âgé d'un an, t au bout de deux heures un quart. De trois pigeons, l'un revint à la vie, après deux heures séjour dans le gaz, qu'un autre supporta pendant une heure quarante-cinq minutes ; le sième, très jeune, mourut au bout d'une heure et demie. Zimmermann a aussi expérimenté lui-même, en se servant d'un tube pour respirer le gaz, et fermant exactement les narines, d'empêcher l'introduction de l'air atmosphérique. Aussitôt il sentit un goût sucré, en même ps qu'il éprouva une chaleur bienfaisante et un sentiment de plénitude dans les poumons. La ration devint plus profonde et plus fréquente, le pouls rapide et irrégulier. Les yeux brillè-, et l'ouïe devint d'une extrême sensibilité. Bientôt une sensation de fourmillement par-ut tous ses membres, surtout les inférieurs. Enfin, tous ces symptômes, qui se font sentir s huit ou dix inspirations, sont accompagnés d'un mouvement d'hilarité et de rire continuel. r éprouver ce phénomène singulier, une seule inspiration ne suffit pas. Zimmermann assure r ressenti, après l'expérience, un dégoût prononcé pour les aliments. La quantité d'acide onique était plus considérable que dans l'état normal. Un lapin qui consomme l'air atmos-ique ne produit par heure que 0,800 gr. de cet acide. La moyenne de quatre expériences

1° Gaz qui n'ont pas positivement une influence délétère, et qui ne tuent que par l'absence du seul gaz propre à alimenter la vie. Ce sont l'azote et l'hydrogène. D'après les expériences de Lavoisier et Seguin, les cochons d'Inde n'éprouvent aucune incommodité dans un mélange à parties égales d'oxygène et d'hydrogène : ils y consomment autant d'oxygène que dans un mélange semblable d'oxygène et d'azote, et n'absorbent pas d'hydrogène. Suivant Allen et Pepys, la respiration dans le gaz hydrogène est accompagnée d'exhalation d'azote par le sang. Au dire de ces deux auteurs et de Wetterstedt (1), le gaz hydrogène plonge les animaux dans un état d'assoupissement. Des grenouilles y vécurent, pour la plupart, trois ou quatre heures, rarement davantage : il y en eut une cependant dont la vie se prolongea douze heures ; elles finirent également par être frappés de stupeur, et oublièrent de respirer ; ce ne fut qu'en les secouant alors dans le vase qui les contenait qu'on parvint à leur faire faire quelques inspirations.

2° Gaz délétères ; les gaz hydrogène carboné, phosphoré, sulfuré et arsénié, le gaz oxyde de carbone, le cyanogène (?). L'air atmosphérique tue, selon Thenard, un oiseau, quand il contient $\frac{1}{1500}$ d'hydrogène sulfuré ; un chien, quand il en contient $\frac{1}{800}$; un cheval, quand il en contient $\frac{1}{250}$. L'acide carbonique appartient aussi à cette classe ; car il ne provoque pas la toux, alors même qu'on le respire en grande quantité ; il narcotise et détermine l'asphyxie, sans aucun symptôme de suffocation. L'air atmosphérique qui en contient plus de dix pour cent ne tarde pas à causer la mort. Tous ces gaz délétères font périr aussi les animaux dans le sang desquels on en injecte une petite quantité.

III. Gaz qui ne peuvent même pas être inspirés en grande quantité, parce qu'ils déterminent une occlusion spasmodique de la glotte, et qui, en petite quantité, provoquent la toux.

Tous les gaz acides (à l'exception de l'acide carbonique), le chlore, le gaz oxyde nitrique, le gaz fluo-borique, le gaz fluo-silicique et l'ammoniaque se rangent ici (2). L'eau détermine, comme les corps solides, une occlusion spasmodique de la glotte, qui peut aller jusqu'à la suffocation ; mais elle irrite peu quand elle est parvenue dans le poumon même, où l'on peut en injecter une assez grande quantité par une ouverture pratiquée à la trachée-artère ; elle tue, dans le premier cas, par l'occlusion de la glotte, occlusion qu'une ouverture faite à la trachée-artère rend incapable de nuire.

Parmi les animaux qui vivent dans l'eau, les uns viennent respirer l'air atmosphérique à la surface du liquide, comme les reptiles et les mammifères aquatiques ; les autres respirent l'eau elle-même, ou plutôt l'air qu'elle tient en dissolution, comme font les poissons à l'aide de leurs branchies. L'eau des lacs, des fleuves et de la mer contient de l'air atmosphérique, ou plutôt un mélange de gaz

sur le gaz oxyde nitreux, pour le même espace de temps, a été de 1,300 gr. Zimmermann [conclut] de là que le gaz oxyde nitreux, dans lequel l'oxygène est très condensé, puisqu'il y en a un [demi] volume pour chaque volume d'azote, tandis que ce gaz ne forme qu'un cinquième du [volume] de l'air atmosphérique, fournit beaucoup plus d'oxygène à la respiration. Il est regrettable [que] l'auteur n'ait pas tenu compte des quantités d'azote, et n'ait pas fait en même temps des [expé]riences comparatives sur la respiration de l'oxygène pur. (*Note du trad.*)

(1) Berzelius, *Traité de chimie*, t. VII, p. 106.

(2) Berzelius, *Traité de chimie*, t. VII, p. 109. — Gmelin, *Chemie*, t. IV, p. 1527.

;az azote, qui y sont dissous en quantité déterminée, et qu'elle absorbe dans sphère. Humboldt et Provençal ont dégagé, de l'eau de la Seine, par l'ébul- 0,0264 à 0,0287 parties de son volume d'air. Cet air contenait 0,306 à d'oxygène et 0,06 à 0,11 d'acide carbonique. Il ne faut donc pas s'imaginer :au elle-même éprouve un changement quelconque par la respiration; l'air : tient en dissolution change seul, l'oxygène en est absorbé, et de l'acide car- ne est dégagé. Les poissons qu'on met dans de l'eau imprégnée d'oxygène ;drogène ne respirent que le premier de ces gaz, et l'autre reste sans chan- t. Ces animaux périssent rapidement dans l'eau bouillie, parce qu'elle ne nt plus d'oxygène; ils y meurent dans l'espace de quatre heures, en conti- leurs mouvements respiratoires. Priestley a vu des poissons vivre dix à : minutes dans de l'eau purgée d'air, mais imprégnée de gaz oxyde nitri- ils succombaient au milieu de spasmes, dès qu'on ajoutait la moindre quan- air atmosphérique.

travail chimique de la respiration ne dépend pas des mouvements respira- : ceux-ci ne servent qu'à la ventilation, c'est-à-dire à renouveler incessam- dans l'appareil où s'accomplit l'opération chimique, le milieu, air ou eau, l l'action continuelle du sang imprime sans cesse des changements. Les pou- , par leur surface interne, offrent une étendue immense au conflit entre le ·t l'air, et ce conflit est continuel, parce que les poumons ne se vident pas étement d'air pendant l'expiration : le resserrement et l'agrandissement de la horacique, auxquels se conforment ces organes, qui sont appliqués contre rois de la poitrine, font qu'une partie des produits est rejetée de temps en ; hors du réservoir, et que d'autres matériaux s'y introduisent pour subvenir nouvelle production. Les poissons avalent l'eau par la bouche, et en rejettent :e une partie par les intervalles de leurs branchies, en ouvrant et fermant ativement leurs opercules.

ivant H. Davy, le poumon humain contient encore 35 pouces cubes d'air une expiration aussi profonde que possible, et 108 après une expiration or- :e; 10 à 13 pouces cubes sont la quantité qu'on expire communément à cha- ois. Herbst (1) a trouvé que des adultes de grande taille, respirant avec calme, aient et expiraient 20 à 25 pouces cubes d'air, et ceux de petite stature 18.

besoin de respirer varie beaucoup suivant les animaux; il est plus vif chez rtébrés, et, parmi eux, chez ceux qui ont le sang chaud. Les animaux à sang l périssent en une minute sous le récipient de la machine pneumatique; les ıx en 30 à 40 secondes; les reptiles, au contraire, vivent assez longtemps le vide et dans les gaz irrespirables. Une tortue plongée sous l'huile ne suc- a qu'en 24 à 36 heures, dans les expériences de Carradori (2); des grenouilles urent sous l'huile en moins d'une heure; dans l'eau aérée, elles survécurent mps (par la respiration au moyen de la peau). Suivant Edwards, des cra- , renfermés dans des paniers plongés dans la Seine, vécurent plusieurs jours; irent au bout de quelques heures dans l'eau privée d'air, selon ce même logiste et Spallanzani. Dans mes expériences, des grenouilles, auxquelles

MECKEL's *Archiv*, 1828.
Ann. de chim., t. V, p. 94.

j'avais enlevé les poumons, après en avoir fait la ligature, survécurent envi 30 heures, probablement au moyen de la respiration par la peau : l'une d'elles, j'avais tenue dans du gaz hydrogène pur, donnait encore des signes de vie au b de 12 heures; elle respirait de temps en temps, et, 22 heures même après l'e rience, elle n'était encore que dans un état de mort apparente.

D'après les expériences de Humboldt et Provençal, des poissons dorés vécur une heure et quarante minutes dans de l'eau bouillie; peu de minutes suffir pour causer la mort de ces animaux dans une dissolution aqueuse d'acide car nique et dans le gaz acide carbonique, tandis qu'ils ne moururent qu'au bout cinq heures dans les gaz azote et hydrogène, où leurs opercules se ferment.

Les insectes meurent tout de suite quand on les plonge dans l'huile (Carradori) même seulement lorsqu'on enduit leurs stigmates de ce liquide (Treviranus) Mais Biot a vu des *Blaps* et des *Tenebrio* vivre huit jours sous une cloche où l était raréfié et n'avait qu'une tension de 1 à 2 millimètres. Schrœder van der K s'est assuré que les larves de taons vivent longtemps dans les gaz irrespirables. larves de quelques insectes vivent dans des matières végétales et animales en tréfaction, et paraissent avoir peu besoin de gaz oxygène libre, quoiqu'on ne co naisse aucun insecte qui ne possède pas un système de trachées, et qui, par co séquent, ne contienne de l'air dans son corps. Berzelius a vu des larves vivre da des sources qui contenaient de l'oxyde ferreux et un peu de gaz sulfide hydriq Les sangsues paraissent vivre longtemps sans que l'eau se renouvelle. Suivant Ti demann, les holothuries meurent en un jour dans l'eau de mer qu'on ne chang pas. Les entozoaires semblent, d'après leur séjour dans des êtres vivants, n'avoi pas besoin de respiration, et, en général, celle-ci ne paraît pas être essentiellemen nécessaire à la vie des animaux les plus inférieurs (2).

CHAPITRE II.

De l'appareil respiratoire.

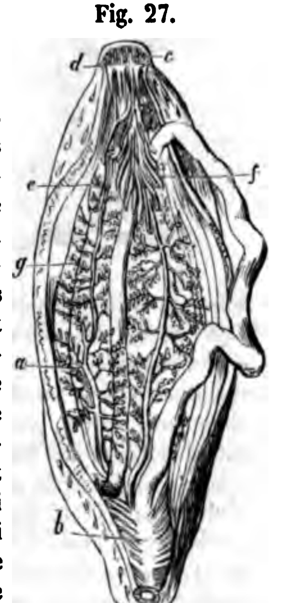
Beaucoup d'animaux appartenant aux classes inférieures semblent respirer p la peau entière. L'organe respiratoire paraît lorsque la portion de peau destin

(1) Il n'était pas nécessaire de citer des autorités à l'appui d'un fait connu de tous ceu s'occupent d'entomologie. Le meilleur moyen de détruire la vermine, chez les enfants, exemple, est de frotter d'huile les cheveux ou les autres poils; les poux meurent tout de suite si l'on a mis assez d'huile, leurs œufs (*lentes*) ne se développent pas. (*Note du trad.*)

(2) Les principaux travaux sur la respiration sont : GOODWYN, *On the connexion of life respiration*. Londres, 1788. — LAVOISIER et SEGUIN, *Ann. de chim.*, t. XCXI, p. 318. — zie, *Tentamen physiol. de respiratione*. Édimbourg, 1790.—CRELL, *Ann.*, 1794, t. II, p. PFAFF, dans GEHLER, *Journal der Chemie*, t. V, p. 103. — HUMBOLDT et PROVENÇAL, *Mémoires d'Arcueil*, t. II. — W. EDWARDS, *Ann. de chim.*, t. XXII, p. 35, et *De l'influence agents physiques sur la vie*. Paris, 1824. — DESPRETZ, *Ann. de chim.*, t. XXVI, p. 33 SPALLANZANI, *Mém. sur la respiration*. Genève, 1803. — HAUSMANN, *De animal.* exs *resp.* Hanovre, 1803. — SORG, *De resp. insect. et verm.* Rudolstadt, 1805. — NITZSCH, *respir. animalium* Wittemberg, 1808. — NASSE, dans MECKEL's *Archiv*, t. II, p. 195, 435. TREVIRANUS, *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 1. — C. SAPPEY, *Recherches sur l'ap reil respiratoire des oiseaux*. Paris, 1847, in-4. — REGNAULT et REISET, *Recherches sur la piration des animaux de diverses classes* (Annales de chimie et de physique. Paris, 1849, t. XX

changement chimique de l'air ou de l'eau aérée, se concentre dans un
t, où elle étale une large surface, ayant pour but de multiplier les points
Cet agrandissement de la surface qui décompose l'air a lieu, tantôt à
dans les poumons, cavités sacciformes ou branchues, tantôt à l'exté-
les branchies, assemblage de lames, de branches, de peignes, de bou-
ils, d'excroissances plumeuses, en un mot, de formes si variées, que la
ble avoir voulu y résoudre le problème de réaliser toutes les manières
d'accroître la surface par des saillies extérieures. La troisième espèce
espiratoire comprend celui dans lequel les points de contact entre les
nales et l'air se trouvent multipliés au moyen d'un système de tubes
séminés dans tous les organes, jusqu'aux moindres parties desquels
leurs ramifications : c'est là le système trachéal des insectes et des ara-
chéennes. Les poumons ne respirent ordinairement que l'air : cependant
xceptions, car, par exemple, l'organe respi-
holothuries (1) représente un arbre creux
l'eau par sa face interne, et qui, de temps en
isse ce liquide de son intérieur. Les bran-
rent l'eau la plupart du temps, mais parfois
comme celles des crustacés terrestres, des
Les poumons et les branchies, quoique ab-
lifférents dans leurs formes extrêmes, se
t néanmoins assez souvent, à tel point qu'il
ficile de dire si l'on a sous les yeux un pou-
e branchie. Non seulement les branchies des
clostomes, des squales et des raies, sont
s les parois des sacs branchiaux, et la bran-
iscidies est un sac branchial, mais encore
spiratoire des arachnides pulmonaires offre
e plus prononcé des deux appareils : cet or-
nte à la fois les caractères des poumons et
branchies, et peut-être Treviranus et moi
s également raison et tort de l'appeler, lui
hie, moi un poumon : il se compose de
divisés en compartiments par une multitude
; il respire l'air. Le système trachéal des
spire presque toujours l'air par des stigmates; cependant quelques
i vivent dans l'eau respirent l'air que celle-ci tient en dissolution au
n appareil en forme de branchies par lequel débute leur système tra-
nanière que ces branchies trachéennes font passer à l'état aériforme
s dans l'eau, qui se répand ensuite dans le reste du système trachéal.
soires paraissent n'avoir d'autres organes respiratoires que les cils, visibles
à l'aide des plus forts grossissements, dont leur corps est couvert en
n totalité.

Fig. 27.

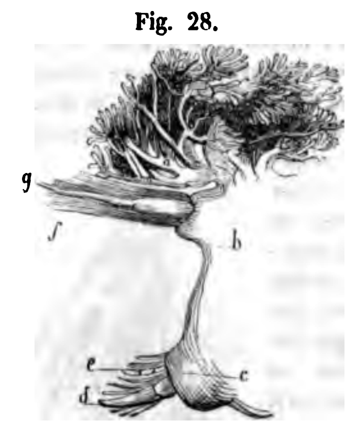


ure 27 représente les organes respiratoires de l'holothurie, d'après Tiedemann :
spiratoire communiquant avec le cloaque *b*, *c* bouche, *d* tentacules, *e* sac contrac-
le système des tubes aquifères, *f* organes de la génération, *g* intestins.

Chez les polypes, la surface entière du corps paraît servir à la respiratioi quelques uns d'entre eux, comme les alcyonelles, dont les pinceaux sembl en même temps des branchies.

Chez les échinodermes, l'organe respiratoire forme, comme chez les holo un petit arbre, terminé par des cellules, qui reçoit l'eau par le tronc et respir surface interne. Tiedemann assigne pour organes respiratoires aux ast petits tubes mous, situés sur la peau de l'animal, et dans lesquels l'eau peu trer.

Fig. 28.



Dans la classe des annélides (1), les de la respiration sont tantôt des branchi cillées, en forme de petites branches, chez les arénicoles, ou d'autres organes gues situés aux pattes des néréides, ta vésicules cachées sous la peau, et dont c communique à l'extérieur par une ouv comme chez les lombrics, les naïdes et rudinées.

Parmi les mollusques, les uns respirer par des branchies, les autres l'air au mo poumons. Les céphalopodes, une partie d téropodes et les acéphales sont dans le pr cas; une partie des gastéropodes, par ex les hélicines et les limacines, dans le se Les branchies représentent des plis ou feuillets parallèles les uns aux autres; ou partent d'un pédicule commun, co chez les seiches; ou sont ramifiées, comme chez les doris, où elles entourent l'a Chez les conchifères, on trouve, de chaque côté, deux lames à parois doubles parcourent toute la longueur de l'animal, et entre les feuillets desquelles les peuvent aussi arriver, pour se développer (2). Dans les ascidies, les branchies ment un vestibule sacciforme du tube intestinal, dont la membrane interne prés des saillies en forme de grillage. Parmi les gastéropodes à respiration aérienne, uns vivent dans l'eau, à la surface de laquelle ils viennent respirer l'air, comm planorbes et les limnées; les autres vivent à terre, comme les limacines et les cines; l'organe respiratoire est un poumon sacciforme, dont l'ouverture destiné passage de l'air s'ouvre et se ferme d'une manière rhythmique.

Chez la plupart des crustacés, les branchies servent à la respiration de l'eau sont alors, tantôt des lames réunies à la manière des barbes d'une plume, co chez les brachiures, tantôt des pinceaux de filaments qui envoient des prol ments, comme chez les macroures, parfois enfin des feuillets simples, comme les cloportes aquatiques. Les branchies aériennes des cloportes terrestres repré tent aussi des lames simples et creuses. Chez plusieurs crustacés, les amphip par exemple, les branchies ressemblent davantage à des vésicules. Dans c classe, les branchies sont ou unies avec les pattes ou situées sous le ventre.

(1) La figure 28 représente l'organe respiratoire de l'*Amphinoma*, dans la moitié d'un segment de l'animal : *a* les branchies ramifiées en touffes, *b* rame dorsale, *c* rame vent *d*, appendices membraneux des tubercules charnus, ou pattes, qui supportent les soies.

(2) *Voy.* Baer, dans Meckel's *Archiv*, 1830.

ı arachnides se partagent en pulmonaires et trachéennes. Les organes respies des arachnides pulmonaires sont situés sous le ventre : on en trouve tantôt eule paire, comme chez la plupart des araignées, tanux paires, comme chez les mygales, ou quatre, comme les scorpions (1). Ces organes (2) sont de petits sacs, l'intérieur desquels conduit un stigmate, et dont les ı présentent un grand nombre de petites cloisons ou melles parallèles. Les intervalles compris entre les es font saillie au bord inférieur de la branchie, quand uffle celle-ci, dont par conséquent le bord postérieur est aussi divisé à l'ex.r. Les araignées qui vivent dans l'eau, comme l'*Aranea aquatica*, entraînent elles, entre les poils de leur abdomen, de l'air qu'elles consomment. Cepenles hydrachnes et les pycnogonides ısent ne point respirer l'air. Quant ırachnides trachéennes, telles que ıga, *Chelifer*, *Phalangium*, et aux les, leur structure ressemble à celle ısectes, en tant que leur corps entier arcouru par des trachées dans leses l'air pénètre et d'où il ressort par tigmates. Dugès a aussi observé des nées (*Dysdera*, *Segestria*) qui ont à s des poumons et des trachées ; les postérieurs de leurs stigmates ap:nnent aux trachées.

Fig. 29.

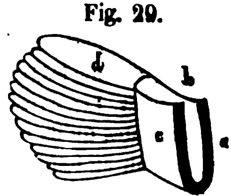
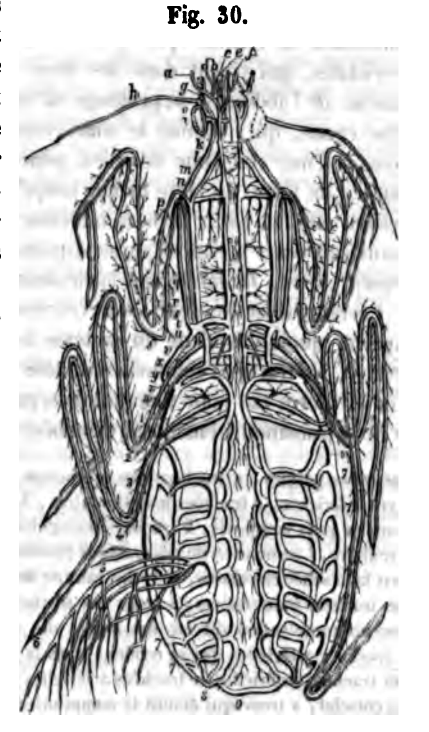


Fig. 30.



us les insectes ont un système tra(3) ; la plupart d'entre eux respirent qui pénètre dans leur corps par un n nombre de stigmates, généralesitués sur les côtés des anneaux de ımen. L'air qui s'introduit par ces tures arrive tantôt dans de petits d'où partent les ramifications des ies, tantôt dans des troncs dont les cations parcourent l'animal entier, 'aux plus petites parties duquel elles nt. Chez plusieurs insectes, notamment les orthoptères, on aperçoit de vérimouvements respiratoires, qui consistent en des alternatives d'ampliation et

La figure 29 représente la coupe grossie du stigmate et du poumon du scorpion, d'après r : *a* bord du stigmate, *b* paroi de la vésicule qui naît du bord du stigmate, et couvre l'ou-', *c* autre paroi de la vésicule, qui repose sur le squelette, *d* poumon en éventail, contiı de la vésicule.

l'en ai donné la description détaillée dans Meckel's *Archiv*, 1828 ; et dans *Isis*, 1828,

La figure 30 représente, d'après Marcel de Serres (*Mém. du Muséum*, 1818, t. IV,), le système respiratoire du *Mantis religiosa* : *a* trachées des palpes maxillaires, *b* tra-

de resserrement de l'abdomen. Les coléoptères semblent se remplir d'air avant de se décider à voler, de manière que leurs ailes, qui contiennent aussi des trachées, se déploient.

Quelques insectes vivent dans l'eau, et cependant respirent l'air à la surface de ce liquide, comme les larves de certains diptères, les hémiptères aquatiques et certains coléoptères. Les dytisques viennent à la surface de l'eau, et y prennent de l'air dans les stigmates qu'ils ont près de l'anus. Les hydrophiles entraînent avec eux des bulles d'air au fond de l'eau, entre les poils de leur corps. Dans ces deux genres de coléoptères, les larves ont leurs stigmates à l'extrémité caudale. Les larves des cousins ordinaires ont un tube respiratoire au dernier anneau de l'abdomen, et leurs nymphes en ont deux, qui font saillie hors du thorax. Chez d'autres genres voisins, les larves respirent l'eau par des branchies; mais celles des *Chironomus* ont deux tubes respiratoires à l'anneau caudal. Chez les *Stratiomys*, le dernier anneau de l'abdomen se termine par un tube respiratoire; le tube respiratoire des larves d'éristales, qui vivent dans des lieux d'aisances, est fort intéressant : le dernier anneau de l'abdomen se prolonge en un tuyau membraneux, contenant un second tube corné, qui, comme le tube respiratoire des *Culex* et des *Stratiomys*, est pourvu d'une couronne de soies, pour permettre à l'animal de se suspendre à la surface de l'eau. La larve dirige jusqu'à la surface du liquide ce tuyau, dont, au besoin, elle fait sortir la pièce intérieure, et elle peut ainsi s'allonger beaucoup, de manière à venir prendre l'air sans quitter sa station (1). Quelques hémiptères aquatiques (*Nepa*, *Ranatra*) ont également des tubes respiratoires.

Certains insectes, dont les larves vivent dans l'eau, respirent immédiatement le liquide, quoiqu'ils aient un système trachéal dans l'intérieur de leur corps. Chez ceux-là, les trachées commencent, non par des stigmates, mais par des branchies. Ces dernières ont pour fonction de séparer l'air de l'eau qui le tient en dissolution, et de le transmettre ensuite aux trachées, à l'état de fluide aériforme. Les branchies

chées des galètes, *c* trachées des mâchoires, *d* trachées des palpes labiaux, *e f* trachées de la lèvre inférieure, *g* trachées mandibulaires, *h* nerfs antennaires, *i* trachée circulaire qui se ... dans les yeux composés, *k* trachées triangulaires qui proviennent de la division de la ... circulaire, *l* tronc externe des trachées artérielles qui vont former la branche transversale ... part la trachée circulaire, *m* tronc interne des trachées artérielles, lequel se joint avec le ... des trachées pulmonaires, *n* tronc des trachées pulmonaires, *o* trachée transversale qui ... une communication directe des troncs des trachées pulmonaires avec les trachées artérielles, *p* trachées artérielles qui se rendent dans la première paire de pattes, *q* continuation du ... des trachées artérielles, *r* trachées artérielles qui prennent l'air dans un stigmate placé à la ... du corselet, *s* tronc qui établit la communication des trachées artérielles avec les pulmonaires, *t* disposition des trachées dans le premier anneau de l'abdomen, *u* et *v* trachées qui partent des troncs pulmonaires pour se rendre dans les pattes, *w* anastomoses des trachées artérielles ... tions de ces trachées avec les troncs pulmonaires, *x* branche des trachées artérielles qui s'anastomose avec la précédente, *y* ramifications fournies par les trachées qui se rendent dans les ... *z* branche secondaire principale fournie par le tronc commun artériel, et qui va se joindre au tronc des trachées pulmonaires, 1 trachées qui se rendent dans la troisième paire de pattes, 2 ramifications fournies par ces trachées, 3 tronc commun des trachées artérielles qui, à l'aide des branches 4, va recevoir l'impression de l'air au moyen de l'ouverture des stigmates, ... trachées fournies par les troncs des trachées artérielles, et qui se rendent dans les organes de la génération, 7 dernier stigmate de l'abdomen, 8 trachées qui joignent les troncs des trachées artérielles avec les troncs des trachées pulmonaires.

(1) Burmeister, *Entomologie*, t. I, p. 178.

sont parfois des filaments capillaires dont l'intérieur contient les commencements des trachées; ces filaments sont tantôt réunis en rayons, tantôt ramifiés. On trouve des branchies de ce genre chez les larves et les nymphes de plusieurs cousins. Celles d'un certain nombre de névroptères sont lamelleuses. Les larves des gyrins respirent par des branchies filiformes aux côtés des anneaux. C'est chez les larves des névroptères qu'on rencontre le plus souvent des branchies. Chez les éphémères, ce sont des lames en forme de nageoires, situées sur le côté du corps, et dans l'intérieur desquelles commencent les branches des trachées. Les branchies des larves de libellule sont placées au dernier anneau du corps; chez l'agrion, elles forment trois grandes lames frangées. Les branchies pénicillées des larves de libellule sont logées dans le rectum; les extrémités en pinceau des troncs trachéens percent la membrane de cet intestin, dans l'intérieur duquel elles font saillie. Les larves des phryganes et des *Semblis* possèdent des prolongements filiformes ou lamelleux sur les côtés de l'abdomen. Dans l'ordre des diptères, les larves des *Chironomus* respirent l'air par des tubes, tandis que les nymphes respirent l'air dissous dans l'eau par des faisceaux de branchies situés au thorax. La larve de l'*Anopheles* respire par des branchies à l'extrémité caudale, et sa nymphe par des tubes. Parmi les lépidoptères, la chenille du *Botys stratiotalis* vit dans l'eau. Quand les larves et les nymphes qui respirent par des branchies passent à l'état parfait, elles perdent leurs branchies, et respirent l'air par des stigmates (1).

Les branchies des poissons sont placées derrière la tête; l'eau, reçue dans la bouche, passe de l'arrière-gorge dans la cavité branchiale, et ressort par les fentes extérieures des branchies.

Les feuillets branchiaux des poissons osseux forment, sur chaque arc branchial, une double rangée de lamelles lancéolées, qui reposent sur cet os comme les dents d'un peigne. Chacun d'eux fournit d'autres feuillets transversaux plus petits. Les artères branchiales arrivent à l'extrémité inférieure des arcs, s'y logent dans le sillon de la convexité, et les parcourent jusqu'à leur extrémité supérieure, en diminuant peu à peu de calibre; les veines branchiales marchent en sens inverse, de manière qu'elles se réunissent au système artériel sous la colonne vertébrale. Dans leur trajet, les artères branchiales fournissent autant de branches qu'il y a de feuillets branchiaux; ces branches conduisent le sang dans les vaisseaux transverses des petites lamelles; là il pénètre dans les réseaux capillaires, d'où le reprennent les veines, qui naissent de la même manière au côté opposé des feuillets branchiaux (2).

L'*Heterobranchus* porte des branchies accessoires arborescentes à ses derniers arcs branchiaux. Les *Anabas*, *Trichopus*, *Ophicephalus*, *Colisa*, *Osphromenus*, etc., qui peuvent vivre longtemps à terre, ont des branchies accessoires labyrinthiformes et disposées à peu près comme l'os ethmoïde (3). Plusieurs poissons possèdent aussi des espèces de sacs à air, semblables à des poumons, qui partent des

(1) Burmeister a donné, dans son excellente *Entomologie*, une exposition détaillée des organes respiratoires des insectes. On doit à Succow (Heusinger's *Zeitschrift*, t. II) des figures des branchies des insectes aquatiques.

(2) Hyrtl, dans *Medic. Jahrbuecher des œsterr. Staates*, t. XV, 1838.

(3) Cuvier, *Hist. nat. des poissons*, tab. 205, 206.

branchies : tels sont le *Silurus fossilis* et le *Symbranchus-cuchia* (1). Le *Lepidosiren*, que Natterer a décrit comme un reptile, mais qu'Owen dit être un poisson, a de véritables poumons, qui partent d'une glotte, indépendamment de ses branchies (2).

Chez les esturgeons, on trouve une demi-branchie à l'opercule ; les squales et les raies en ont également une à la ceinture située au devant de l'arc branchial. Chez les poissons osseux et chez l'esturgeon, les arcs branchiaux sont libres au côté externe, et couverts seulement par l'opercule mobile, ou par la membrane branchiostége, de manière qu'il ne reste qu'une simple ouverture, comme chez l'anguille. Dans les raies et les squales, au contraire, de chaque arc branchial, entre les feuillets branchiaux des côtés antérieur et postérieur, il part un prolongement membraneux, qui s'étend jusqu'à la peau, et qui, chez ces animaux, couvre entièrement les branchies, à cela près de cinq ouvertures : de là résultent, entre le pharynx et la peau, des cloisons complètes, dans lesquelles sont logés les arcs branchiaux. De ces arcs branchiaux partent les lames branchiales, sous la forme de petits plis parallèles de la membrane muqueuse qui tapisse les sacs.

Chez les cyclostomes, il y a aussi des sacs branchiaux, munis d'ouvertures extérieures, attendu que les branchies se réunissent deux à deux pour produire un sac. Les arcs branchiaux manquent, et sont remplacés par de simples cloisons membraneuses, qu'une membrane muqueuse revêt de deux côtés en arrière. Des plis très marqués de cette membrane muqueuse forment les feuillets branchiaux. On compte six sacs branchiaux et autant d'ouvertures chez l'*Ammocœtes*, sept chez les *Petromyzon*. Chez l'*Ammocœtes*, les trous internes des sacs s'ouvrent dans le pharynx, comme les fentes branchiales des poissons osseux. Chez les *Petromyzon*, au contraire, les sept trous internes s'ouvrent dans une branche située au devant de l'œsophage, terminée en cul-de-sac, et communiquant antérieurement avec la bouche (3).

Les reptiles nus respirent l'eau par des branchies dans les premiers temps de leur existence ; plus tard, les larves acquièrent aussi des poumons pour respirer l'air, et, quand elles subissent leur métamorphose, elles perdent entièrement leurs branchies. Mais les protéides conservent ces dernières pendant toute la vie.

Les têtards de grenouille ont d'abord des franges branchiales extérieures, et [illegible] tard les branchies internes, fixées à des arcs branchiaux, dans l'intérieur d[illegible] cavité branchiale, que la peau recouvre, en ne laissant qu'une simple ouver[illegible]. Les larves de salamandre et les protéides ont bien des fentes branchiales, [illegible] leurs branchies pénicillées sont extérieures. D'après Rusconi, les artères bran[illegible]chiales du protée sont les branches du tronc artériel ; les veines branchiales [illegible] réunissent au système artériel du corps ; mais les artères branchiales s'a[illegible]mosent aussi avec les racines de ce système. Il en est de même chez les larves [illegible]

(1) Taylor, *Edinb. Journ. of science*, 1831.

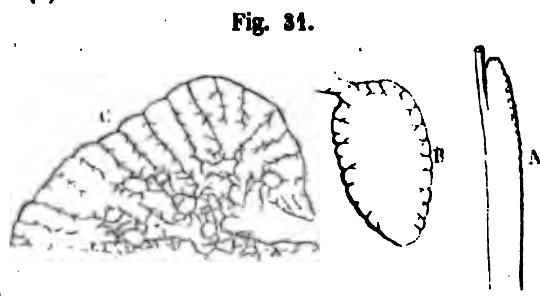
(2) Owen, dans *Trans. of the Linn. Soc.*, t. XVIII. — Bischoff, *Lepidosiren para*[illegible] Leipzick, 1840.

(3) *Voy.* sur l'anatomie comparée du squelette branchial, Rathke, *Untersuchungen* [illegible] *den Kiemenapparat und das Zungenbein.* Riga, 1832. *Consultez aussi* Flourens, *Expér*[illegible] *sur le mécanisme de la respiration des poissons*, dans *Mémoires d'anatomie et de physiol*[illegible] *comparées.* Paris, 1844, p. 75.

rte que les vaisseaux branchiaux sont pour ainsi dire des branches iques, auxquels la circulation se réduit après la perte des branchies. t les veines des têtards de grenouille marchent en sens inverse, mais it aussi ensemble (1).

ions des rep- , à proprement sacs simples, rieur, des sail- rmes, qui en a surface. Ceux des reptiles nus trachée-artère e, la plupart du ourte; chez les

Fig. 31.



c larynx mène presque aussitôt dans les bronches membraneuses. nimal chez lequel on voit apparaître des pièces cartilagineuses aux le *Dactylethra;* là elles forment des plaques ramifiées d'une manière régulière, et même perforées, sans nulle ressemblance avec les a trachée-artère. Les *Pipa*, qui se rapprochent de ces reptiles, ont cartilagineux à leurs bronches. La trachée-artère des cécilies en pré- e réguliers. Chez les reptiles écailleux, la surface respirante s'accroît lication des surfaces dans l'intérieur.

ns des oiseaux ne remplissent pas, comme ceux des mammifères, la partie de la cavité pectorale : ils occupent la partie postérieure de qui n'est point encore séparée de l'abdominale par un diaphragme, me adhérents aux côtes. A leur surface, on remarque des ouvertures l'air passe de leur intérieur dans de grandes cellules situées autour et entre les viscères du bas-ventre, de manière qu'on peut souffler n poussant de l'air par la trachée-artère. Cependant Kohlrausch (3) a l'oiseau ne peut pas se rendre plus léger pour le vol en remplissant ses nnes. Elles communiquent par des ouvertures avec l'intérieur des os, rt (à peu d'exceptions près) sont pleins d'air, ce qui rend le corps de is lourd que si ses os contenaient de la moelle. Lorsqu'un oiseau se ne région où l'air est très raréfié dans une autre où celui-ci est plus tension de l'air contenu dans son corps se met promptement en équi-

ır la structure des organes respiratoires chez les larves de reptiles et les protéides, *ents fossiles*, t. V, p. 2. — Humboldt et Bonpland, *Observ. zoolog.* — Rusconi, *atomica degli organi della circolazione delle larve delle salamandre.* — Siebold, *andris et tritonibus.* Berlin, 1828. — Rusconi, Configliachi, *Del proteo anguino.* - J. Mueller, dans Tiedemann's *Zeitschrift*, t. IV, p. 2.

e 31 est un diagramme représentant le développement graduel des cellules pul- reptiles : A portion supérieure du poumon de serpent : le sommet du poumon a ulaires, la partie inférieure est un sac purement membraneux. B le poumon de dans lequel la structure cellulaire s'est étendue sur toute la surface intérieure de , est beaucoup plus considérable à la partie supérieure. C poumon de la tortue : t assez étendues pour remplir l'intérieur du poumon.

m saccorum aeriorum utilitate. Gœttingue, 1832.

libre avec celle de l'atmosphère. Les poumons des oiseaux ont encore cela d
marquable, que leurs ramifications bronchiques finissent par des tubes cour
cul-de-sac, et placés les uns à côté des autres, comme des tuyaux de pipe
les parois ont une structure celluleuse. Ces tubes sont plus marqués chez
bryon d'oiseau, plus distants, et munis de renflements terminaux (1).
fait encore remarquer que les petits tubes communiquent les uns avec les
chez les oiseaux (2).

Fig. 32.



Les poumons de l'homme et des mammifères
fèrent de ceux des oiseaux en ce que, comme l'a
Retzius, les dernières ramifications des bronches
sent à des cellules terminales, sans posséder de
pariétales. Ces cellules ne communiquent point ens
mais seulement avec le ramuscule bronchique qu
amène l'air. Suivant Reisseisen (4), chaque cellul
poumon de l'homme a son artère et sa veine, séparée
des réseaux capillaires : ceux-ci sont extrêmement ser
de manière que les interstices sont presque inférieurs
diamètre des capillaires. Une cellule pulmonaire a un diamètre vingt fois plus gr
que celui d'un des capillaires qui rampent dans ses parois. La respiration a li
par le conflit de l'air et du sang pendant que celui-ci parcourt les innombrabl
capillaires des cellules pulmonaires, qui, par leur réunion, offrent une surfa
immense sur laquelle il peut entrer en contact avec l'air. Le conflit s'exerce
travers les parois délicates des capillaires, d'après des lois qui ont été développé
dans le livre précédent (5).

CHAPITRE III.

De la respiration de l'homme et des animaux.

I. Respiration dans l'air.

Les changements que la respiration fait subir à l'air consistent en ce q
une partie de son oxygène, qui est remplacé par de l'acide carboniqu
vapeur aqueuse.

H. Davy respira pendant près d'une minute (19 respirations) 161 po

(1) Retzius, dans Froriep's *Notizen*, 749.

(2) *Voy.* sur la structure du poumon des oiseaux, un aperçu des recherches d'E.
Bericht der 19 ten Versammlung der deutschen Naturforscher zu Braunschweig, 1

(3) La figure 32 représente, d'après Mueller, la plus grande partie du poumon
microscope, sur un fœtus de brebis long d'un pouce et demi.

(4) *De fabrica pulmonum*. Berlin, 1822.

(5) *Cons.*, sur la structure du poumon de l'homme, Bourgery, dans *Trait*
de l'homme. Paris, 1835, t. IV, p. 37 et pl. — Addison, dans Froriep's *Neue N*
— Bazin, dans l'*Institut*, 1836, 150-161. — Lereboullet, *Anat. comp. de*
Strasbourg, 1838. — Rossignol, *Recherches sur la structure intime du poumo*
des principaux mammifères. Bruxelles, 1846. — Rochoux, *Notice sur la struc*
maladies du poumon. (Bulletin de l'Académie de médecine, t. XIII, p. 726.)

, contenant 117 de gaz azote, 42,4 de gaz oxygène et 1,6 de gaz acide carbo-
:. A la fin de l'expérience, l'air contenait 111,6 pouces cubes d'azote,
d'oxygène et 17,4 d'acide carbonique. Il avait donc été exhalé 15,8 pouces
s d'acide carbonique en une minute (1).

len et Pepys ont étudié la respiration d'une manière admirable (2). Les inspi-
is furent faites dans un gazomètre, et les expirations dans un autre. La trei-
: expérience offre un intérêt particulier ; un gazomètre à eau servait de réser-
à l'air inspiré, et un gazomètre à mercure recevait l'air expiré. Lorsque ce
er eut été rempli onze fois d'air expiré, la personne continua de respirer dans
nzième portion jusqu'à ce que le gazomètre à eau fût de nouveau rempli d'air
Deux autres fois encore on se conduisit de même. L'expérience dura 24 ½ mi-
. L'air inspiré pendant ce laps de temps fut de 9890 pouces cubes, et l'air
é de 9872. 100 parties de ce dernier donnèrent à l'analyse 8 parties d'acide
nique, 13 d'oxygène et 79 d'azote. L'acide carbonique produit pendant
4 ½ minutes s'élevait donc à 789,76 pouces cubes, ou 32 pouces cubes par
ite.

ins la quatorzième expérience, 300 pouces cubes d'air atmosphérique ayant
espirés pendant trois minutes, la quantité de l'acide carbonique ne s'éleva
9,5 pour 100 parties d'air. L'expérience, répétée un grand nombre de fois,
a pour résultat que l'air inspiré sort par l'expiration chargé de 0,08 à 0,085
100 d'acide carbonique, et que, quand on répète aussi souvent que possible
piration du même air, la quantité de l'acide produit ne dépasse pas 0,10 dans
parties de la masse entière d'air. Tandis que, dans la treizième expérience, où
ait été respiré de l'air pur pendant vingt-quatre minutes et demie, 789,76
ces cubes d'acide carbonique avaient été expirés (ce qui fait 32 pouces cubes
minute), dans la quatorzième, qui dura trois minutes, 300 pouces cubes d'air
lonnèrent que $3 \times 9,5 = 28,5$ pouces cubes d'acide carbonique, c'est-à-dire
par minute. Dans la treizième expérience $\frac{9890}{24,5} = 403$ pouces cubes d'air
osphérique avaient traversé les poumons par minute ; dans la quatorzième, il
avait eu que $\frac{300}{3} = 100$, par conséquent quatre fois moins : la quantité de
ide carbonique produit avait été 3,3 fois moindre dans celle-ci.

Allen et Pepys prennent pour moyenne de leurs observations l'expérience
ième, dans laquelle 302 pouces cubes anglais (250 pouces cubes français)
cide carbonique furent expirés en onze minutes ; ce qui fait 22,7 pouces cubes
ançais) par minute. Ils ont trouvé, en outre, que l'homme qui respire dans le
oxygène produit plus d'acide carbonique que celui qui respire dans l'air
osphérique ; la respiration du gaz oxygène donna, dans l'expérience du dix-
ième, 12,0 d'acide pour 100 de ce gaz. Il se dégagea, en même temps, une
ntité considérable d'azote. Quand le même air atmosphérique avait été inspiré
piré plusieurs fois, ils trouvaient moins d'acide carbonique qu'il n'avait disparu
ygène, par exemple 86 d'azote, 4 d'oxygène et 10 d'acide carbonique, tandis

) Davy, *Researches on nitrous oxyde*, p. 435.
) *Philos. Trans.*, 1808-1809.

qu'il avait disparu 17 d'oxygène. Ils expliquent cette particularité en disant que le sang avait retenu une certaine quantité d'acide carbonique.

Dans leurs expériences sur des cochons d'Inde, Allen et Pepys trouvèrent que, pendant la respiration de l'air atmosphérique, un volume de gaz oxygène est remplacé par un volume d'acide carbonique. Pendant la respiration du gaz oxygène pur, il y avait un peu plus de ce gaz absorbé que d'acide carbonique produit, et cette perte était compensée par une quantité correspondante d'azote. La même chose eut lieu avec un mélange d'hydrogène et d'oxygène en proportions semblables à celles de l'azote et de l'oxygène dans l'atmosphère.

Dans une expérience faite, vingt ans plus tard, sur des pigeons, ils ont trouvé que, quand l'animal respire le gaz oxygène pur, il en absorbe plus qu'il n'en emploie pour produire l'acide carbonique expiré.

Dulong introduisit les animaux dans un appareil qui permettait l'entrée et la sortie libres de l'air, en sorte qu'on pouvait déterminer les changements que ce dernier éprouvait quant à la quantité. Il trouva ainsi que tous les animaux, herbivores et carnassiers, mammifères et oiseaux, faisaient diparaître plus de gaz oxygène qu'ils n'exhalaient d'acide carbonique en remplacement. Chez les herbivores, la quantité de l'oxygène non remplacé par de l'acide carbonique s'élevait, terme moyen, à un dixième de celle du même gaz remplacé, tandis qu'elle était de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{4}$ chez les carnivores. Despretz a obtenu le même résultat, c'est-à-dire une déperdition d'oxygène; dans celle de ses expériences dont j'ai déjà parlé en traitant de la chaleur animale, le gaz acide carbonique produit ne faisait que les $\frac{2}{3}$ ou les $\frac{3}{4}$ du gaz oxygène disparu.

Suivant Davy, Pfaff, Berthollet, Allen et Pepys, le volume de l'air atmosphérique diminue après une seule respiration complète, inspiration et expiration. D'après Allen et Pepys, cette diminution, qu'ils ne trouvèrent que de $\frac{1}{111}$, tiendrait à des circonstances accidentelles. Quand on respire une même quantité d'air jusqu'à ce qu'elle ne puisse plus être supportée, la diminution de volume est considérable; la moyenne des observations de Lavoisier, Goodwyn, Davy, Allen, Pepys et Pfaff la porte à $\frac{1}{14}$ (1).

Gmelin a réuni les résultats des diverses analyses de Davy, Berthollet, Allen, Pepys, Menzies et Prout. Si l'on prend la moyenne de tous ces résultats, on trouve que 100 parties d'air, qui n'avait été respiré qu'une fois, contenaient 5,82 de [illegible] acide carbonique. Il découle des expériences de Prout (2), que le maximum de l'acide carbonique expiré tombe entre onze heures du matin et une heure après midi, le minimum entre huit heures et demie du soir et trois heures et demie du matin (3). Quand la quantité de cet acide s'accroît par une cause quelconque, [illegible]

(1) Gmelin, *Chemie*, t. IV, p. 1525.

(2) *Annal. of philosophy*, vol. II, p. 330; et vol. IV, p. 331-334.

(3) Dans les expériences qu'il a entreprises pour déterminer s'il y a exhalation d'azote pendant la respiration des oiseaux granivores (*Ann. de chim.*, 1844, t. XI, p. 433), M. Boussingault a reconnu qu'il y avait une différence considérable entre les quantités d'acide carbonique exhalé durant le jour et durant la nuit, différence qu'on avait déjà observée en étudiant la respiration de l'homme. Ainsi, les nombres représentant la quantité de cet acide produite par heure de jour ont été 0 gr. 854, 1.133, 0,850, 0,865, 0,864, 0,773, 0,728, et pendant la nuit 0,[illegible] 0,651, 0,591, 0,478, ou, en moyenne, 0,868 pour la première période, et 0,369 pour la seconde, ce qui est un peu moins que la quantité observée par Letellier, qui a trouvé 0,882, [illegible]

suite dans la même proportion, et s'abaisse au-dessous de celle qui une période donnée. La quantité de l'acide carbonique produit dimi- e même sujet; sous l'influence des passions déprimantes, des mouve- nts, des boissons spiritueuses, du thé, de la nourriture animale et rolongé du mercure. Elle augmente, au contraire, quand le baromètre

ılcule la quantité d'acide carbonique que la respiration produit en heures, on trouve qu'elle est, d'après Lavoisier et Seguin, de 14930 s, ou 8534 grains français; selon Davy, de 31680 pouces cubes, ou ıs anglais; selon Allen et Pepys, de 39600 pouces cubes, ou 18612 is : ce qui équivaut, en carbone employé à la formation de l'acide, et ıent éliminé du sang, à 2820 grains français selon Lavoisier, 4833 ıis d'après Davy, 5148 grains anglais suivant Allen et Pepys. Mais, ıit remarquer Berzelius, ces résultats sont évidemment beaucoup trop comme les aliments solides contiennent ⅘ de leur poids d'eau, et que ıferme rarement plus de la moitié de son poids de carbone, 6 ½ livres ınts seraient nécessaires pour remplacer la quantité de carbone que la entraînerait au dehors dans l'espace de vingt-quatre heures, sans autres excrétions.

plusieurs expériences sur la respiration des grenouilles. Après avoir s poumons et le larynx de ces animaux, je les mis dans un cylindre é sur la cuve à mercure, et je mesurai la quantité d'acide carbonique ırès celle du gaz qui fut absorbée par de la potasse caustique.

grenouille pesant 440 grains forma, en six heures, ⅔ de pouce cube onique dans un cylindre de 10 pouces cubes d'air atmosphérique.

ıtre, pesant 655 grains, en produisit 1 ¼ pouce cube en douze heures, es cubes d'air atmosphérique, le baromètre étant à 27 pouces 9 lignes ½, omètre à 10° R.

ès grosse grenouille, du poids de 1260 grains, en forma, dans l'espace heures, 2 pouces cubes dans 16 ⅚ pouces cubes d'air atmosphérique, e étant à 27,7 et le thermomètre à 6° R.

en réduisant à 28 pouces la hauteur barométrique, à 15° R. celle du e, et le temps de la respiration à six heures, donne, pour la première où l'animal pesait 440 grains, 0,66 pouces cubes d'acide carbonique, a seconde, où l'animal pesait 655 grains, et 0,88 pour la troisième, où ait 1260 grains.

ouveau réduit ces données à 100 grains de l'animal, et à 100 minutes on, et je les ai réunies à celles qui résultent des expériences faites, sur ls et des grenouilles, par Treviranus, qui avait calculé d'après une

jour ni de nuit (*loc. cit.*, t. XI, p. 150). Quant aux discordances entre les chiffres a production pendant le jour, elles sembleraient annoncer une assez grande irré- le phénomène de la respiration; mais M. Boussingault pense qu'elles s'expliquent, rte, par la différence qui existe entre les produits de cette fonction pendant l'état de ant celui du sommeil; car, dans le jour, surtout chez les animaux condamnés à un appareil, il survient souvent un état voisin de l'assoupissement, auquel succède ne extrême agitation. (*Note du trad.*)

température de 15° R. et une hauteur barométrique de 28 pouces, en rédi l'animal à 100 grains, et la respiration à 100 minutes (1).

ESPÈCE D'ANIMAL.	OBSERVATEURS.	Pouce cube d'acide carboni pour 100 grains d'anima et 100 minutes de respirat
Bufo cinereus A.	Treviranus.	0,02
Bufo cinereus B.	Treviranus.	0,03
Rana temporaria A.	Treviranus.	0,10
Rana temporaria B.	Treviranus.	0,14
Grenouille A.	Mueller.	0,041
Grenouille B.	Mueller.	0,027
Grenouille C.	Mueller.	0,019
	Moyenne.	0,039

Il suit, comme terme moyen de sept observations, que 100 grains de cra ou de grenouille forment en 100 minutes 0,04 d'acide carbonique par la res tion. Suivant W. Edwards (2), une grenouille produisit, d'acide carbonique, en quatre heures, une fois 5,24 centil. à 27° C. = 2,55 pouces cubes à 15° R.; autre fois 2,57 centil. à 18° C. = 1,30 pouce cube à 15° R.; une autre 2,44 centil. à 14° C. = 1,25 pouce cube à 15° R. : ce qui fait, en six heu 0,63 pouce cube, 0,32 et 0,31. Ces données, jointes à celles de mes trois e riences, donnent, pour six heures, les quantités suivantes d'acide carboni 0,66 pouce cube ; 0,63 ; 0,88 ; 0,63 ; 0,32 et 0,31 ; terme moyen 0,56 pouce c

Ainsi une grenouille adulte produit en six heures un peu plus de ½ pouce c d'acide carbonique.

Treviranus a réduit les résultats d'un excellent travail sur la respiration animaux inférieurs à des conditions semblables, savoir : 15° R. 28 pouces de h teur barométrique, 100 grains d'animal, et 100 minutes de respiration, ce donne lieu à un rapprochement du plus grand intérêt. Il suit de là que les a maux sans vertèbres, insectes, mollusques et vers, ne forment pas moins d'ac carbonique, proportionnellement à leur masse, que les reptiles. Treviranus aussi réduit à 100 grains d'animal et 100 minutes de respiration les observati faites par d'autres, sur des mammifères et des oiseaux, ce qui a produit le tabl suivant :

ANIMAUX.	OBSERVATEURS.	GAZ ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ.	GAZ OXYGÈN ABSORBÉ.
Cochon d'Inde.	Berthollet	0,42 p. cub.	0,67 p. cu
Cochon d'Inde.	Allen et Pepys.	0,60	0,74
Cochon d'Inde.	Despretz.	0,47	0,68
Lapin.	Berthollet.	0,44	0,60
Chat	Despretz	0,66	0,98
Pigeon	Despretz	0,99	1,58
Pigeon	Allen et Pepys.	0,96	1,14

(1) *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 23.
(2) *Influence des agents physiques*. Paris, 1824, p. 648.

l'on prend la moyenne de ces chiffres, on trouve que 100 grains de mammi- produisent, en 100 minutes, 0,52 pouce cube de gaz acide carbonique, et grains d'oiseau 0,97 pouce cube. Or, comme 100 grains de crapaud, ou de uille, en forment 0,05 dans le même laps de temps, une partie, en poids, animal à sang froid, d'un reptile, produit, dans le même espace de temps, ois moins d'acide carbonique qu'un égal poids de mammifère, et dix-neuf noins qu'un poids égal d'oiseau. Treviranus a trouvé la plupart du temps, chez isectes, une production d'acide carbonique aussi forte que celle qui a lieu les mammifères, quoique, dans certains cas, elle se rapprochât de la pro- on qu'on observe chez les reptiles. Il attribue le froid du sang de ces ani- :, malgré l'abondance de l'acide carbonique produit par eux, à une exha- ı de gaz azote qui a lieu également chez eux, et qui fait repasser de la chaleur à latent.

paraît hors de doute, d'après le plus grand nombre des observations, qu'il se uit moins d'acide carbonique pendant la respiration, que celle-ci ne fait dis- tre de gaz oxygène. Allen et Pepys sont les seuls qui n'aient pas fait cette re- [ue pendant la respiration de l'air atmosphérique. Cependant ils ont admis que inspiré était pur d'acide carbonique, ce qui apporte tout de suite une grande rence dans les résultats. D'après les expériences de Treviranus sur des animaux ieurs, la production du gaz acide carbonique dépend de la température du eu. Une abeille exhala près de trois fois autant de cet acide à 22° qu'à 11 $\frac{1}{2}$. général, les animaux expiraient, à l'air libre, moins d'acide carbonique qu'ils orbaient d'oxygène. Les animaux à sang froid consument souvent, suivant lui, s fois autant d'oxygène qu'ils forment d'acide carbonique.

lais les mollusques ne se contentent pas de consommer la totalité de l'oxygène e masse d'air; ils continuent même encore, après cette absorption, d'exhaler de de carbonique. En général, il y eut de l'azote exhalé dans les expériences de iranus, et quelquefois même la proportion de ce gaz dépassa celle de l'acide onique.

n a quelquefois observé que les animaux supérieurs absorbaient de l'azote dans osphère, et parfois aussi qu'ils en exhalaient.

' H. Davy (1) croyait avoir remarqué que l'azote diminuait dans l'atmosphère lant la respiration. Cette diminution s'élevait, suivant lui, à $\frac{1}{17}$ du gaz oxygène rbé, et à 2446 grains anglais en vingt-quatre heures. Plaff a aussi observé une nution de l'azote allant de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{107}$ de l'air inspiré (2).

' D'autres, comme Allen et Pepys, n'ont aperçu ni augmentation ni diminution azote pendant la respiration de l'air atmosphérique.

' Plusieurs observateurs, comme Berthollet, Nysten, Dulong et Despretz, ont a quantité de l'azote augmenter pendant la respiration dans l'air atmosphé- e. Ce résultat est surtout très marqué dans les expériences de Despretz, qui a ré que l'exhalation d'azote était un phénomène ordinaire, mais qu'elle était considérable chez les herbivores que chez les carnivores. Cette dernière par- arité est inexplicable, puisque les herbivores prennent des aliments moins s que ceux des carnivores. Despretz a reconnu que l'exhalation d'azote fait

(1) GILB. *Ann.*, t. XIX, p. 298.

(2) GEHLEN's *Journal der Chemie*, t. V, p 103. — GMELIN, *Chemie*, t. IV, p. 1524.

...nique. Ce dernier gaz s'élève, au plus, à $\frac{1}{3}$ de l'oxygène disparu, et souvent ... il n'en fait que la moitié.

... résulte des recherches de Humboldt et Provençal que les poissons qui habitent ... rivières se trouvent, eu égard à la quantité d'oxygène que le liquide ambiant ... ent, dans la même situation qu'un animal qui respirerait un mélange gazeux ... ant moins de 0,01 d'oxygène; car l'air dissous dans l'eau ne dépasse jamais 27 du volume de cette dernière, et 0,31 de cet air sont de l'oxygène pur. D'après ... duction que Treviranus a faite des observations de Humboldt et Provençal, ... grains de tanche produisent 0,01 pouce cube d'acide carbonique en 100 mi... de respiration, tandis que, durant le même espace de temps, 100 grains de ... ifère en forment, comme on a vu précédemment, 0,52, c'est-à-dire environ ... fois plus. Les poissons absorbent, non seulement par leurs branchies, mais en... par toute la surface de leur corps, du gaz oxygène, en échange duquel ils ... isent de l'acide carbonique. Ce phénomène a lieu dans l'eau aérée, mais non ... ir libre. Humboldt passa la tête d'un poisson dans un collier de liége couvert ... taffetas gommé; l'animal fut ensuite placé dans un vase cylindrique, de sorte ... sa tête formait le bouchon, et que ni elle ni les branchies n'entraient en con... avec l'eau de Seine dont le vase était plein. Il vécut ainsi cinq heures, et, par ... eau, fit éprouver à l'eau le même changement qu'elle aurait subi par la respi... ... à la manière ordinaire. Les poissons respirent par leurs branchies, tant ... elles sont humides, et cela même à l'air libre, où ils n'absorbent ni plus ni ... s d'oxygène que dans l'eau aérée. Ainsi, dans l'espace de 19 $\frac{1}{2}$ heures, une ... che réduisit un volume d'air atmosphérique de 133,9 centimètres cubes à ... ,9, et elle avait absorbé 0,52 centimètres cubes d'oxygène. De là résulte que ... spiration dans l'eau diffère moins de la respiration dans l'air qu'on ne serait ... é de le croire au premier aperçu (1). La respiration dans l'air exige aussi que la ... ce interne des poumons soit humide. Le *Cobitis fossilis*, qui se trouve habi... ement dans la vase, vient, suivant Erman, à la surface de l'eau pour y avaler

(1) Flourens (*Mém. d'anat. et de physiol. comp.*, Paris, 1844, p. 75) s'est attaché à bien faire ... ir l'analogie qui existe entre ces deux modes de respiration. Dans les poissons, dit-il, ... dans les vertébrés aériens, le but définitif de tout le mécanisme respiratoire est le déve... ...ent de l'organe respiratoire lui-même. Or, chez les poissons, le développement de cet or... (branchies) ne peut être opéré que par l'intervention de l'eau. Quelque énergiques que se ... nent les mouvements de l'appareil dans l'air, ces mouvements n'y produisent pas le dé... ...ent nécessaire; c'est l'eau qui écarte les branchies, et qui les maintient dans un certain ... ent donné. Le mouvement actif de l'appareil, joint à l'intervention de l'eau, les meut, ... leur écartement au plus haut degré qu'il leur soit possible d'atteindre. Dans l'air, au ... ire, les feuillets des branchies, par leur affaissement, se superposent, et il faudrait, pour ... ter leur adhérence, une force à laquelle l'énergie musculaire de l'animal ne suffirait plus. ... , c'est parce que le développement des lames branchiales ne s'opère pas dans l'air que ... l y succombe par asphyxie. Flourens l'a très bien démontré par des considérations anato... ... et par la voie des expériences directes. Si le poisson meurt dans l'air, ce n'est donc pas par ... chement de ses branchies, mais par défaut d'air; car, outre que ce desséchement ne saurait ... lieu dans les poissons qui meurent presque à l'instant même où on les tire de l'eau, Flou... ... a toujours vu la mort survenir avant que les branchies fussent sèches; il a toujours vu ces ... chies, même quelque temps après la mort, retenir une certaine couche d'eau, que le contact ... la pression y constatait. Enfin, ses expériences lui ont prouvé que plus on écarte les branchies, ... c'est-à-dire plus on accroît le desséchement, plus on prolonge la vie du poisson dans l'air. Cer-

de l'air, qui subit ensuite, dans le canal intestinal, le même changement qu'il a coutume d'éprouver pendant la respiration, après quoi il est expulsé du corps (1).

Beaucoup d'animaux qui respirent l'eau à l'aide de branchies y déterminent des courants remarquables par le moyen de ces organes. Steinbuch a vu le premier ces courants dans les larves de salamandre, et il en a donné une description complète (2). Depuis, ils ont été étudiés par Sharpey (3), qui les a observés chez plusieurs autres animaux. On les remarque aussi chez les têtards de grenouille, mais uniquement autour de leurs branchies externes primitives, car les branchies internes qu'ils acquièrent plus tard ne produisent rien de semblable, non plus que celles des poissons, chez lesquels seulement l'eau se renouvelle par le mouvement des opercules. On les trouve généralement, au contraire, dans les conchifères et les annélides. Chez la moule commune, l'eau s'introduit continuellement dans la cavité branchiale à l'extrémité postérieure de l'animal, et elle sort non loin de l

tains poissons ayant la faculté de vivre beaucoup plus longtemps que d'autres dans l'air, il ser important de déterminer pour chaque espèce les circonstances particulières de structure et de mécanisme auxquelles tient cette faculté. Or, Flourens a reconnu que, chez l'anguille, la cav qui loge les branchies, très étendue par elle-même, se prolonge encore en une espèce de ca formé par une extension de la peau qui couvre les opercules. Ce canal ne s'ouvre au de que par un petit trou. De là il suit que l'animal, quoique placé dans l'air, conserve une c taine quantité d'eau dans sa cavité branchiale, et c'est par cela même qu'il continue de v pendant un certain temps dans l'air. (*Note du trad.*)

(1) La vessie natatoire des poissons contient bien aussi de l'air chargé d'oxygène; mais air n'y pénètre pas du dehors; il est sécrété par la surface interne de l'organe lui-même. L' que renferme cette vessie contient tantôt plus, tantôt moins d'oxygène ou d'azote que l'air at phérique. Erman y a trouvé de l'air pauvre en oxygène chez les poissons lacustres (Gi *Annalen*, t. XXX, p. 113). Biot, au contraire, a reconnu que, chez les poissons qui viv une grande profondeur dans la mer, l'air de la vessie natatoire contient 68 à 87 p. 100 d' gène, tandis qu'à la même profondeur, l'eau de la mer ne contient que 29 d'oxygène et 71 zote. Du reste, la quantité d'air varie beaucoup suivant les individus d'une même espèce. Q quefois l'oxygène manque entièrement. D'après Humboldt et Provençal, la moyenne d'un g nombre d'expériences sur l'air de la vessie natatoire des carpes est de 0,071 oxygène, 0,05 carbonique, et 0,877 azote. Chez beaucoup de poissons, tels que les cyprins, les silur saumons, les clupées, les esturgeons, la vessie natatoire communique avec le pharynx p canal. L'ouverture de ce canal est quelquefois large; mais, chez la carpe, elle est si ét qu'elle ne saurait admettre l'air du dehors, et que peut-être n'en laisse-t-elle échapper que quand la vessie se trouve gonflée outre mesure. Cette communication manque chez b de poissons, *Perca*, *Acerina*, *Gadus*, etc. Une multitude de poissons n'ont pas de vessie toire. Chez les sciènes, cet organe présente de nombreux appendices creux, qui sont dans quelques espèces (Cuvier, *Hist. nat. des poissons*, tab. 138, 139). Quelques p (*Amia*, *Lepisosteus*, *Erythrinus*, *Platystoma*) ont des parois celluleuses à leur vessie toire; mais les vaisseaux s'y comportent tout autrement que dans les poumons. Il a été plus haut (p. 184) des réseaux admirables de cet organe. Chez plusieurs poissons des *Cyprinus*, *Cobitis*, *Sparus*, *Clupea*, il existe, entre la vessie natatoire et l'organe audit communication dont on doit la découverte à E.-H. Weber, et sur laquelle je reviendrai Quand cette vessie est déchirée, les poissons ne perdent pas toujours et nécessairement l'é bre; ils ne tombent pas constamment sur le côté. Il est probable que l'air qu'elle contient usage de modifier la pesanteur spécifique de l'animal par sa dilatation et sa compres moyen des parois abdominales. — *Comp.* G. Fischer, *Ueber die Schwimmblase der* Leipzick, 1795. — G.R. Treviranus, *vermischte Schriften*, t. II, p. 156.

(2) *Analekten zur Naturkunde*. Fuerth, 1802.

(3) Froriep's *Notizen*, n° 618.

ır une ouverture particulière. Les courants que ces derniers animaux déter-
inent proviennent des mouvements de leurs cils. Mais Purkinje et Valentin ont
t aussi des cils sur les branchies des larves de salamandre, et ils ont même ob-
rvé les mouvements vibratiles dans toutes les membranes muqueuses des reptiles,
s oiseaux et des mammifères, à l'exception de celles de l'intestin, des voies
inaires et des organes génitaux mâles (1).

Respiration des œufs d'animaux.

Les embryons des batraciens, des squales, des raies et de l'espadon, possèdent
s branchies externes, et ces branchies se rencontrent tant chez ceux qui se dé-
loppent dans l'intérieur de la matrice, sans connexion intime entre le fœtus et
mère, que chez ceux dont le développement a lieu hors de l'utérus, dans
au (2). Les raies des genres *Raja*, *Platyrhina*, et les squales du genre *Scyllie*,
nt ovipares; les autres animaux de cette catégorie sont vivipares, et, parmi les
ptiles nus, la salamandre terrestre porte des petits vivants dans sa matrice.

Plusieurs observations prouvent qu'en se développant les œufs des animaux
ipares font subir à l'air le même changement que celui qu'y détermine l'animal
ulte, et qu'ils ne peuvent se développer sans air atmosphérique ou sans eau
prégnée d'air. Ainsi, l'embryon de l'œuf d'oiseau périt lorsqu'on enduit l'œuf
ne couche d'huile ou de vernis. Les expériences de Michelotti sur les œufs des
sectes établissent que, pendant leur développement, ces œufs décomposent l'air,
'ils ne le font cependant qu'autant que la température est entre 15 et 20 degrés,
qu'au-dessous de zéro ils n'opèrent point de changement dans l'atmosphère.
cun développement n'a lieu dans des gaz irrespirables (3). Les œufs d'oiseaux
se développent ni dans l'eau chaude, ni, d'après les expériences de Viborg,
ns les gaz qui ne peuvent entretenir la respiration (4). Erman (5) dit, à la vé-
é, avoir observé le contraire; mais Schwann (6) a confirmé l'exactitude des
sultats de Viborg, par des expériences qui portent le cachet d'une grande pré-
sion. Il a fait voir que, quand des œufs de poule subissent l'incubation dans des
z exempts d'oxygène, le blastoderme grossit, la séparation du feuillet muqueux
feuillet séreux s'accomplit, et une *area pellucida* se produit, mais qu'il ne se
rme ni sang ni embryon. Des œufs qui avaient été soumis pendant vingt-quatre
ures à l'incubation dans du gaz hydrogène, se développèrent quand l'opération
t continuée ensuite dans l'air atmosphérique; mais le même effet n'eut plus lieu
rès que l'incubation dans l'hydrogène eut duré trente heures et au delà.

Comme l'air atmosphérique trouve un libre accès à travers les pores de la

(1) Mueller's *Archiv*, 1834, p. 391; 1835, p. 128, 159. — Purkinje et Valentin, *De phæno-
meno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum in-
ternis animalium plurimorum*. Breslau, 1835.

(2) *Voy.* Leuckart, *Untersuchung ueber die aeusseren Kiemen der Embryonen von Rochen
und Haifischen*. Stuttgardt, 1836.

(3) Burmeister, *Entomologie*, t. I, p. 365.

(4) *Abhandlungen fuer Thierærzte und OEconomen*, t. IV, p. 445.

(5) *Isis*, 1818.

(6) *De necessitate aeris atmosph. ad evol. pulli in ovo*. Berlin, 1834. — Mueller's *Archiv*,
1835, p. 121.

coquille, il est presque impossible qu'un conflit n'ait point lieu entre lui et le sang contenu dans les vaisseaux de l'allantoïde ; cette dernière vésicule paraît même avoir pour destination principale de rapprocher le plus possible de la surface les vaisseaux qui se développent. L'œuf d'oiseau perd continuellement de l'eau par l'évaporation du blanc, qu'il soit ou non soumis à l'incubation. Cette évaporation semble être à peu près la même dans les deux cas ; elle occasionne une diminution de volume du blanc, qui, à mesure que l'œuf vieillit, s'éloigne de plus en plus du bout obtus de la coquille. De là résulte un espace que l'air remplit, en traversant les pores de cette dernière. Bischoff a trouvé cet air plus chargé d'oxygène que celui de l'atmosphère ; la quantité d'oxygène y variait de 22 à $24\frac{1}{2}$ pour cent (1). Dulk y a constaté $25\frac{1}{2}$ à $26\frac{1}{2}$ d'oxygène ; mais, pendant l'incubation, la proportion de ce dernier tombait jusqu'à 17,9 pour cent, et l'on rencontrait à sa place 6 pour cent de gaz acide carbonique (2).

Le premier développement de l'œuf des mammifères est possible non seulement sans la présence de l'air atmosphérique, mais même avant toute connexion entre la matrice et l'ovule, quand ce dernier n'est encore qu'entouré des sécrétions utérines. Les œufs des mammifères ne respirent pas, dans l'acception ordinaire du mot : la respiration est remplacée par les relations intimes qui existent entre eux et la mère. D'après les belles observations de E.-H. Weber, les villosités du placenta humain, sur lesquelles les dernières ramifications des artères ombilicales se continuent avec les premières branches des veines du même nom, sont plongées, comme des franges, dans les sinus veineux utérins, à parois très minces, qui serpentent entre les lobules du placenta, et là elles se trouvent baignées par le sang de la mère. Chez les ruminants, qui ont des placentas diffus, ou des cotylédons, cette disposition ne se rencontre pas ; les villosités des cotylédons s'y plongent dans des enfoncements vaginiformes de la matrice, à peu près comme les racines dans le sol. Ces gaînes ont leurs parois couvertes de capillaires appartenant aux vaisseaux de la mère, et il s'y sécrète une matière blanchâtre, aussi bien que sur toute la surface interne de la matrice. Du reste, il n'y a pas plus ici que chez la femme de communication entre les vaisseaux de la mère et ceux du petit.

Ce qui rend très probable qu'il s'accomplit dans le placenta une fonction qui remplace la respiration des autres œufs, c'est que toute interruption de la circulation dans les vaisseaux ombilicaux entraîne des conséquences mortelles ; c'est aussi que, pour se développer, les autres œufs ont besoin de respiration, et que, chez eux, celle-ci a lieu par le moyen de l'allantoïde, qui reçoit les mêmes vaisseaux que le chorion de la femme et des mammifères, c'est-à-dire les vaisseaux ombilicaux. Il n'y a pas, chez l'homme ni chez les mammifères, de différence notable, pour la couleur, entre le sang des artères ombilicales et celui des veines du même nom : Haller, Hunter et Osiander n'en ont jamais aperçu la moindre trace ; Autenrieth et Schuetz (3) n'ont pas été plus heureux chez les lapins, non plus qu'Emmert (4) chez les cochons d'Inde. Au contraire, il y aurait, suivant Blumenbach et Emmert, une légère différence de couleur dans les vaisseaux du

(1) Schweigger's *Journal*, t. IX, p. 446.
(2) *Ibid.*, 1830, t. I, p. 363.
(3) *Experimenta circa calorem fœtus et sanguinem*. Tubingue, 1795.
(4) Reil's *Archiv*, t. X, p. 422.

n des oiseaux. A la vérité, Hérissant et Diest (1), ainsi que Baudelocque (2), daient avoir remarqué une différence ; Bichat declare dans un endroit (3) i'y en a pas; dans un autre (4), qu'elle se réduit à peu de chose. Il m'avait possible autrefois d'en apercevoir aucune chez les fœtus de lapin, de cabiai chat, et cependant les petits animaux conviennent tout autant, peut-être plus, que les gros, pour des observations de ce genre. Dans le même temps, rai, époque à laquelle je n'étais encore qu'étudiant, j'avais cru reconnaître ifférence en pratiquant la vivisection d'une brebis pleine ; quelques uns de qui m'entouraient partagèrent cette croyance, et Joerg dit avoir fait la même que sur le chorion du cheval (5). Mais les recherches auxquelles je me suis depuis m'ont démontré que jamais, et nulle part, il n'y a de différence les deux sangs, opinion à laquelle se rangent aussi E.-H. Weber et tous les cheurs. Cependant le sang des veines pulmonaires diffère tellement de celui ines du corps, chez les reptiles, qu'on peut les distinguer à la couleur, dans ux oreillettes, et même à côté l'un de l'autre dans le ventricule. Chez les ns, au contraire, je n'ai pu jusqu'ici constater aucune différence entre les sangs, ce qui tient peut-être à ce que ces animaux respirent dans un milieu le contient que 0,01 d'oxygène, au lieu qu'il y en a 0,21 dans l'air atmosique.

e sang des vaisseaux ombilicaux du fœtus devient vermeil à l'air, comme le veineux de l'adulte; exposé à l'action de l'acide carbonique, il prend une e foncée, comme fait également ce dernier.

uelques personnes ont prétendu que le liquide amniotique dont le fœtus est ié servait à une respiration par la peau, ou même qu'il s'introduisait dans achée-artère, et fournissait les matériaux d'une respiration pulmonaire. d et Geoffroy Saint-Hilaire avaient adopté cette hypothèse. D'autres, se nt sur la découverte que Rathke a faite d'espèces d'arcs branchiaux au cou mbryon des mammifères, ont pensé que ces organes pouvaient servir aussi espiration. Mais ces prolongements délicats, séparés les uns des autres par ntes, ne peuvent être observés distinctement, chez l'embryon d'oiseau, que nt les premiers jours, par exemple au troisième ou au quatrième, et ils ne utre chose qu'un appareil commun à tous les animaux vertébrés, appareil quel des branchies se développent chez les poissons et les reptiles qui ont anchies durant leur premier état, ou même pendant leur vie entière ; tandis chez les autres animaux, ce développement n'a pas lieu, et les arcs se conient en cornes de l'hyoïde. De petits poissons, que je plongeai dans la liqueur tique de la vache et de la brebis, y périrent bientôt. Lassaigne (6) a trouvé les eaux de l'amnios d'une truie un gaz qui se rapprochait beaucoup ir atmosphérique quant à sa composition. La présence de ce gaz tenait tre à ce que, l'œuf étant demeuré longtemps exposé à l'air, ce liquide

Haller, *Disp.*, t. V, p. 516, 526.
Bichat, *Anat. génér.*, t. II, p. 475.
Loc. cit., p. 343.
Loc. cit., p. 465.
Die Zeugung. Leipzick, 1815, p. 273.
Archives générales de médecine. Paris, 1823, t. II, p. 308.

avait absorbé de l'oxygène et de l'azote, comme font d'ailleurs tous les liquide aqueux. J'ai tenté plusieurs expériences pour m'assurer de la réalité du fait a nonce par Lassaigne : jamais la liqueur amniotique, soumise à l'ébullition, ne m'a fourni une quantité appréciable de gaz.

CHAPITRE IV.

Des changements que le sang subit dans la respiration.

Le sang artériel et le sang veineux ont à peu près la même pesanteur spécifique 105,03 : 105,49, d'après J. Davy, qui dit aussi que la capacité du premier pour la chaleur, est à celle du second : : 10,11 : 10,10.

Suivant J. Davy, le sang artériel est plus chaud que le sang veineux 1—1° $\frac{1}{2}$ F. Ce que confirment Krimer et Scudamore, Autenrieth, Mayer, Da Berthold et Blundell attestent qu'il se coagule aussi avec plus de promptit Les observations de Mayer, de Berthold et de Denis, ainsi que les miennes, s'a cordent à établir qu'il contient plus de fibrine : la proportion entre les deux sa à cet égard, est de 29 : 24.

Abildgaard et Michaelis ont comparé le sang artériel et le sang veineux ense au point de vue de la composition élémentaire. Suivant Abildgaard, le sang neux aurait de $\frac{1}{11}$ à $\frac{1}{10}$ moins que le sang artériel, le pouvoir d'alcalinis nitre (1). Michaelis, qui a fait l'analyse des deux sangs, en les brûlant av l'oxyde cuivrique (2), a trouvé :

		Carbone.	Azote.	Hydrogène.	Oxygène.
Dans l'albumine.	du sang veineux	52,650	15,505	7,359	24,4[illegible]
	du sang artériel	53,009	15,562	6,993	24,4[illegible]
Dans le cruor. .	du sang veineux	53,231	17,392	7,711	21,6[illegible]
	du sang artériel	51,382	17,253	8,354	23,0[illegible]
Dans la fibrine. .	du sang veineux	50,440	17,207	8,228	24,0[illegible]
	du sang artériel	51,374	17,587	7,254	23,7[illegible]

Macaire et Marcet (3) ont répété ces expériences, et obtenu des résultats logues.

Le sang artériel devient d'un rouge foncé dans les vaisseaux capillaires du c et le sang veineux prend une teinte vermeille dans ceux des poumons. L la respiration cesse, le sang qui revient des poumons est noir. Mais, quand, avoir mis un animal à mort, on entretient la respiration par des moyens arti le sang continue de devenir vermeil dans ces organes. La section des nerfs paire vague ne détruit pas les phénomènes ; le sang continue alors de roug

(1) Pfaff, *Nord. Arch.*, t. I, p. 493.

(2) Schweigger's, *Journal*, t. LIV.

(3) *Ann. de chim.*, t. LI, p. 382.

poumons (1), comme il fait hors de ce viscère, dès qu'on l'expose à l'air, ou, mme l'oxygène, injecté dans les veines, fait passer du noir au rouge le sang que vaisseaux contiennent.

Quantité des gaz dans les deux sangs.

Le sang témoigne par ses changements de couleur combien est grande sa senilité pour les gaz qu'il absorbe. L'air atmosphérique et l'oxygène le rendent rmeil, rutilant; l'acide carbonique le fait passer au rouge foncé, ou, comme on , au noir. Quand il est devenu noir par l'action de l'acide carbonique, on peut faire redevenir rutilant en l'agitant avec du gaz oxygène; il laisse alors dégager l'acide carbonique.

Le sang, et aussi le sérum, absorbent plus que leur volume de gaz acide carnique (2). Une petite quantité seulement de l'acide absorbé se dégage par l'effet la chaleur, ou de la diminution de la pression atmosphérique; mais on peut le asser en agitant le sang avec un autre gaz, par exemple avec de l'air atmosphérque, de l'azote, de l'hydrogène, ou en le faisant traverser par un courant de ce . Le sang absorbe également de l'hydrogène, comme le prouvent les expériences Enschut.

Pendant que le sang traverse les poumons, l'air atmosphérique pénètre en lui, il se produit aussi en lui de l'acide carbonique, qui se dégage dans le poumon. is ce double phénomène n'a pas l'organe pulmonaire pour unique théâtre; parat le sang contient et les gaz dont il s'est emparé dans le poumon et ceux qui nt destinés à être exhalés dans ce viscère. Ce fait n'a été connu que dans les mps modernes, parce que les gaz que le sang tient en dissolution s'en dégagent facilement par l'action de la chaleur et de l'abaissement de la pression atmosphérique; mais, comme je viens de le dire, on peut les expulser aisément au moyen autres gaz.

Vogel (3), Brande (4 et Home (5) ont été les premiers à démontrer la présence l'acide carbonique dans le sang veineux avec le secours de la machine pneumatique. Hoffmann et Stevens obtinrent de l'acide carbonique de ce sang, en agitant avec un autre gaz, ou en le faisant traverser par un courant gazeux,

(1) Suivant Provençal (*Journ. gén. de méd.*, t. XXXVII), après la section des nerfs vagues, oxygène est encore absorbé et l'acide carbonique exhalé, seulement en quantité moindre, difence qui, suivant la remarque de Longet (*Anat. et phys. du syst. nerv.*, t. II, p. 298), doit ir au ralentissement des mouvements respiratoires. Longet fait encore remarquer que, pour e le sang veineux continue pendant quelque temps d'acquérir la coloration artérielle, il faut iquer la trachéotomie, afin de ménager un libre accès à l'air dans le tissu des poumons, sans i, le rétrécissement de la glotte, dû à la paralysie des nerfs laryngés inférieurs, s'opposant à qu'une quantité suffisante d'air pénètre dans les voies respiratoires, le sang, au lieu de jaillir ent par l'ouverture béante d'une artère, en sortirait foncé et presque noir, comme il arriva s les expériences de Dupuytren. (*Note du trad.*)

(2) J. Davy, *Journ. de chim. méd.*, t. V, p. 246 ; *Philos. Trans.*, 1838 — Tiedemann, Gmelin, Mitscherlich, dans *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V. — Enschut, *Diss. de respirationis chemismo*. Utrecht, 1836.

(3) Schweigger's, *Journal*, t. XI, p. 401.

(4) *Ann. de chim.*, t. X, p. 207.

(5) *Philos. Trans.*, 1818. p. 172.

d'hydrogène par exemple (1). La même chose a été observée par Enschut et Bischoff (2). Enschut se convainquit aussi que les deux sangs contiennent de l'acide carbonique, l'artériel toutefois moins que le veineux, et qu'il y a aussi de l'azote dans tous deux. H. Davy parvint le premier à dégager de l'oxygène du sang artériel (3). Les expériences de Magnus ont mis ce dernier fait en parfaite évidence; l'appareil employé par lui était disposé de manière à permettre, non seulement qu'une quantité considérable de gaz se dégageât du sang, mais encore qu'on pût recueillir aisément ce gaz. Avec son secours, on a acquis la conviction qu'il n'y a pas moins de gaz dissous dans le sang artériel que dans le sang veineux (4). On a reconnu aussi que le sang ne laisse échapper une quantité appréciable de gaz qu'autant que la tension de l'air qui le surnage ne dépasse pas une ligne de mercure, ce qui explique les résultats négatifs obtenus autrefois par tant d'observateurs. Le tableau suivant donne un aperçu sommaire des expériences qui ont été faites:

(1) *Obs. on the healthy and diseased properties of the blood.* Londres, 1832.

(2) *De novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam theoriam de respiratione institutis.* Heldelberg, 1837.

(3) Gilb. *Ann.*, t. XII, p. 593.

(4) Il résulte des chiffres de Magnus, en les réduisant aux moyennes, que le sang artériel contiendrait plus de gaz que le sang veineux, savoir :

Pour 608 de sang artér.,	89,5 d'ac. carbon.	+ 14,7 d'oxyg.	+ 9,2 d'az.	= [illegible]
ou ramené à 100	6,4967	+ 2,4178	+ 1,5134	= 10,4[illegible]
Pour 863 de sang vein.,	47,5	+ 10,1	+ 8,7	= [illegible]
ou ramené à 100	5,5041	+ 1,1703	+ 1,0081	= 7,[illegible]
La différence serait donc, à l'avantage du sang artériel, de	0,9726	+ 1,2475	+ 0,5050	= [illegible]

Avant les belles recherches de Magnus, la science ne possédait que des résultats contradictoires, eu égard à l'existence de gaz libres dans le sang; on contestait même jusqu'à la présence de ces gaz. Assurément, Magnus n'a pas trouvé le dernier mot de l'énigme, et il reste encore beaucoup à faire pour donner une précision rigoureuse aux résultats qu'il a obtenus; mais, tels qu'ils sont, ces résultats ont une valeur telle, que la physiologie ne pouvait se dispenser d'en tirer des conséquences. Il serait sans doute fort à désirer que l'on connût exactement la quantité absolue de chacun des trois gaz dans chaque espèce de sang, afin d'établir leur quantité proportionnelle dans l'une et dans l'autre; mais c'était déjà un grand point d'avoir établi que le sang artériel renferme le double au moins de l'oxygène qui existe dans le sang veineux. Gay-Lussac, avant de faire peser des doutes sur cet important résultat, aurait dû prouver expérimentalement qu'il est inexact. et c'est ce qu'il n'a pas fait. Au reste, voici comment il a lui-même a formulé ses conclusions : « Il est très probable que l'oxygène inspiré est absorbé dans les poumons par le sang, qui le transporte ensuite dans tout le corps, où, rendu dans les vaisseaux capillaires, il détermine la formation de l'acide carbonique. Je dis que la chose est vraisemblable, parce que, tant qu'on n'aura pas prouvé que l'acide carbonique expiré est remplacé par un volume égal d'oxygène, il sera toujours possible d'admettre qu'une partie au moins de l'oxygène absorbé entre en combinaison avec le sang, sans produire de l'acide carbonique. »
(*Note du trad.*)

	Centimètres cubes.				
ériel d'un cheval. . . .	125 donnèrent		9,8 de gaz.		5,4 acide carbonique, 1,9 oxygène, 2,5 azote.
neux du même cheval.	205	—	12,2	—	8,8 acide carbonique, 2,3 oxygène, 1,1 azote.
ing.	195	—	14,2	—	10,0 acide carbonique, 2,5 oxygène, 1,7 azote.
tériel d'un cheval . . .	130	—	16,3	—	10,7 acide carbonique, 4,1 oxygène, 1,5 azote,
ang	122	—	10,2	—	7,0 acide carbonique, 2,2 oxygène. 1,0 azote.
ineux du même cheval.	170	—	18,9	—	12,4 acide carbonique, 2,5 oxygène, 4,0 azote,
tériel de veau	123	—	14,5	—	9,4 acide carbonique. 3,5 oxygène. 1,6 azote.
ang	108	—	12,6	—	7,0 acide carbonique, 3,0 oxygène, 2,6 azote,
ineux du même veau. .	158	—	16,3	—	10,2 acide carbonique. 4,8 oxygène. 1,3 azote.
e	140	—	7,7	—	6,1 acide carbonique, 1,0 oxygène. 0,6 azote,

oit, d'après ce tableau, que l'oxygène du gaz retiré du sang veineux s'élève plus à un quart, et souvent à un cinquième seulement de l'acide carbo- rouvé, tandis que, dans le sang artériel, il en fait le tiers et presque la La quantité moyenne de l'acide carbonique est de 5,5041 dans 100 de ineux, et de 6,4967 dans la même masse de sang artériel. Le sang artériel t donc plus et de gaz oxygène et de gaz acide carbonique que le sang vei- a quantité de l'azote varie, mais non d'une manière constante. La quantité obtenue du sang s'éleva, terme moyen, à $\frac{1}{14}$ et quelquefois à $\frac{1}{8}$ du volume ide.

nt Magnus, l'acide carbonique contenu dans le sang doit être considéré s'y trouvant à l'état de liberté, c'est-à-dire de dissolution, ou comme ayant orbé, ainsi que les gaz le sont par les liquides. Cette opinion repose princi- it sur la présence dans le sang d'autres gaz que celui-là. Car autrement, n pourrait toujours prétendre que l'acide carbonique obtenu au moyen soit achine pneumatique, soit de l'hydrogène ou de l'azote, provient du bicar-

bonate sodique existant dans le sang, puisque ce sel perd une partie de son acide carbonique dans le vide, quand on fait traverser sa dissolution par un courant de gaz hydrogène. Cependant Magnus considère la quantité d'acide carbonique qu'on obtient du sang par le gaz hydrogène, comme étant trop considérable pour qu'on puisse l'attribuer au sel sodique que le sang contient.

Liebig (1) regarde, au contraire, comme douteux que le gaz qu'on obtient du sang s'y trouve à l'état de liberté. La présence du gaz oxygène dans ce liquide lui semble problématique, parce que, d'après les expériences de Scherer, la fibrine a la propriété de s'emparer de l'oxygène et de le convertir en acide carbonique, et que la matière colorante absorbe facilement aussi ce gaz. Liebig calcule, en outre, d'après la quantité du carbonate sodique contenu dans le sérum, que 1000 volumes de sang en contiennent 609 d'acide carbonique, sous la forme de bicarbonate sodique. En six heures, Magnus a obtenu de 1000 centimètres cubes de sang, 271 centimètres cubes d'acide carbonique. C'est un peu moins que le volume de cet acide qui, dans le sang, convertit le carbonate sodique en bicarbonate. Or, le sang battu, et le sérum lui-même, ont la propriété d'absorber un volume égal au leur de gaz acide carbonique, ce qui ne pourrait avoir lieu s'ils étaient déjà en partie saturés de ce gaz. Quand on coagule le sang par le moyen de l'alcool, et qu'on fait passer un courant de gaz hydrogène à travers le liquide séparé du caillot par la filtration, on trouve que ce gaz contient de l'acide carbonique. Enfin, on peut dépouiller complétement le sang de la propriété de fournir du gaz acide carbonique sous l'influence d'un courant de gaz hydrogène, en y ajoutant de l'acétate plombique neutre ou basique.

Les arguments de Liebig rendent vraisemblable que l'acide carbonique qui se dégage du sang par l'action combinée de la machine pneumatique et du gaz hydrogène, provient, au moins en partie, du bicarbonate sodique. Cependant il a été, dans tous les cas, démontré par Magnus que du gaz oxygène, à l'état de liberté, se trouve contenu dans le sang, et qu'il peut en être dégagé par la machine pneumatique. Or, de ce seul fait, il découle que l'oxydation du sang et la formation de l'acide carbonique ne s'accomplissent pas uniquement dans les poumons, et qu'elles ont lieu aussi dans le sang pendant tout le trajet de la circulation.

Phénomènes chimiques de la respiration.

On se ferait une bien fausse idée si l'on s'imaginait que, pendant l'inspiration, l'oxygène de l'air passe à travers les tuniques des vaisseaux capillaires des parois des cellules pulmonaires, pour arriver jusqu'au sang, et que, pendant l'expiration, celui-ci laisse échapper de l'acide carbonique qui traverse à son tour les parois des vaisseaux. L'admission de l'oxygène dans le sang qui traverse les vaisseaux capillaires étalés sur les parois des cellules pulmonaires, et l'exhalation de l'acide carbonique ont lieu continuellement, sans la moindre interruption, tant dans l'expiration que dans l'inspiration. Le mouvement d'inspirer et d'expirer n'est autre chose qu'une alternative d'ampliation et de resserrement de la poitrine et des poumons; les poumons ne sont jamais vides d'air, et, sans qu'il cesse d'y [illegible]

(1) *Handwœrterbuch der Chemie*, p. 899.

l'un côté, de l'oxygène admis dans le sang, et, de l'autre, de l'acide carbonique exhalé, ils contiennent tant de l'air atmosphérique que de l'acide carbonique éliminé du sang. L'expiration n'entraîne au dehors que la plus grande partie de l'air vicié, et celui qu'elle laisse dans les poumons se mêle avec de nouvel air atmosphérique respirable. Chez beaucoup d'animaux, il n'y a pas le moindre mouvement respiratoire dans les organes qui servent à la respiration, et le seul phénomène qui ait lieu est le changement continuel des matériaux : c'est ce qui arrive dans les branchies immobiles des larves de salamandre.

Comment l'oxygène de l'atmosphère pénètre sans cesse jusqu'au sang à travers les parois des cellules pulmonaires, et comment l'acide carbonique s'exhale du sang à travers ces mêmes parois, c'est ce qui n'a pas besoin d'être expliqué ici, puisque, dans le livre précédent, il a été démontré que les parties animales humides, spécialement les membranes, sont perméables aux substances liquides et gazeuses. Une vessie mouillée, pleine d'un gaz autre que l'air atmosphérique, contient, au bout de quelque temps, non plus ce gaz, mais de l'air atmosphérique : les deux gaz se mettent en équilibre de répartition à travers les parois de la membrane humide. Le même effet a lieu entre deux dissolutions différentes dont chacune est mise en contact avec l'une des faces d'une membrane animale. Du sang noir qu'on enferme dans une vessie mouillée devient rutilant par l'action que l'atmosphère exerce sur lui à travers les parois de cette vessie. La pénétration doit avoir lieu avec une extrême rapidité à travers les parois minces des cellules pulmonaires, et le sang qui parcourt les vaisseaux capillaires de ces parois ne peut manquer d'y prendre part. Ajoutez encore que ce sang, surtout dans ses globules rouges, a une affinité extraordinaire pour l'oxygène ; car, même hors du corps, il devient rapidement vermeil à la surface, changement qui s'accompagne d'une exhalation d'acide carbonique.

La répartition du sang dans une infinité de capillaires au milieu des parois des vésicules pulmonaires a évidemment pour but de multiplier les points de contact entre les molécules de ce liquide et l'air par l'énorme surface des cellules, puisque la totalité de la masse sanguine qui traverse les poumons se trouve étalée sur cette surface. Le tissu des poumons exerce-t-il sur le changement qu'éprouve l'air atmosphérique une influence spécifique plus grande que celle qui a lieu dans d'autres parties ? c'est ce qui demeure encore plongé dans le doute, puisque les globules sanguins eux-mêmes semblent jouer ici le rôle principal, que l'air subit des changements analogues de la part d'autres surfaces animales, par exemple à la peau des poissons et des grenouilles ou dans le canal intestinal du *Cobitis fossilis*, que les phénomènes chimiques de la respiration continuent après la section des nerfs de la huitième paire, et qu'enfin, d'après mes expériences, les grenouilles auxquelles on a lié et excisé les poumons survivent jusqu'à trente heures, au moyen de la respiration par la peau, tandis que celles qu'on plonge dans de l'eau bouillie périssent beaucoup plus vite. Les poumons sont, en vertu de leur organisation, de la finesse des membranes à traverser, et de l'étendue de la surface offerte au contact, la région du corps qui convient le mieux à l'accomplissement des phénomènes chimiques de la respiration.

Diverses théories ont été imaginées pour expliquer les phénomènes chimiques de la respiration.

1° Suivant Lavoisier, Laplace et Prout, le sang exhale sans cesse, dans les cellules pulmonaires, un fluide qui contient principalement du carbone et de l'hydrogène; ces deux corps, en se combinant avec l'oxygène de l'air atmosphérique, produisent de l'acide carbonique et de l'eau, que l'expiration entraîne au dehors. Cette hypothèse d'un fluide composé de carbone et d'hydrogène est très hasardée, au point de vue chimique. Comme, en l'adoptant, on attribue la chaleur animale à la formation de l'eau et de l'acide carbonique hors du sang, c'est-à-dire dans l'intérieur des cellules pulmonaires, il faut noter, à titre d'objection contre elle, que les poumons ne sont pas plus chauds qu'aucune autre partie du corps.

2° D'après H. Davy, l'air pénètre, à travers les parois des cellules pulmonaires, dans le sang des vaisseaux capillaires, et une fois qu'il s'y est dissous, il exerce sur les globules, en raison de l'affinité qu'a l'oxygène pour eux, une action décomposante, dont le résultat est que de l'acide carbonique se trouve mis en liberté, en même temps que la plus grande partie de l'azote. Davy admettait, d'après ses expériences sur la respiration du gaz oyxde nitreux et du gaz hydrogène, qu'un peu de gaz acide carbonique se dégage du sang veineux lui-même. Dans cette hypothèse, la production de la chaleur est supposée produite par le sang qui circule au milieu des poumons. On peut alléguer en sa faveur l'observation faite par J. Davy, que le sang est plus chaud d'un à un degré et demi F. dans le cœur gauche et les artères (carotides) que dans le cœur droit et dans les troncs veineux (jugulaires).

3° Quelques physiologistes, partant du fait que, dans la respiration, il disparaît plus d'oxygène qu'il ne se produit d'acide carbonique, admettent que la formation de ce dernier a lieu dans les poumons ou leurs vaisseaux, mais nient la production d'eau; ils supposent que la combinaison de l'oxygène atmosphérique avec le carbone du sang donne naissance à de l'acide carbonique au moment même de la respiration: que la portion d'oxygène qui ne sert point à cet usage se combine avec le sang, qu'elle rend rutilant, et que les globules, de concert avec l'oxygène combiné, excitent la vie des parties organiques. De ce qu'il disparaît dans la respiration plus d'oxygène qu'il ne se forme d'acide carbonique, on n'est point autorisé à conclure avec Lavoisier, Laplace, Dulong et Despretz, que l'excédant d'oxygène sert à produire l'eau expirée, par sa combinaison avec l'hydrogène du sang. Attribuer la vapeur aqueuse qui se dégage dans les poumons à une formation directe d'eau par la combinaison des deux éléments de ce liquide, est une hypothèse très hasardée, parce que, dans les circonstances présentes de surfaces animales humides, surtout à la température des animaux à sang chaud, il doit s'évaporer de l'eau. Cette hypothèse de la production d'eau dans les poumons n'a donc été imaginée qu'au profit de la théorie de combustion proposée par Lavoisier et Laplace, et nulle preuve ne parle en sa faveur. D'après les expériences de Collard de Martigny, les animaux expirent de la vapeur d'eau, quel que soit le gaz dans lequel ils respirent, fût-ce même de l'hydrogène, c'est-à-dire alors qu'il n'y a pas d'oxygène pour fournir à une production de ce liquide. A la vérité, cet argument n'est pas concluant, selon moi, puisque les animaux auxquels ont fait respirer des gaz irrespirables conservent encore de l'air atmosphérique dans leurs poumons. Suivant Magendie (1), la quantité de l'eau expirée augmente lorsqu'on injecte dans les veines d'un animal de l'eau portée à la température de son corps.

(1) *Précis élément. de physiol.*, 2ᵉ édit., t. II, p. 246.

Lagrange et Hassenfratz voulaient que l'oxygène de l'air atmosphérique fût aîné faiblement au sang (dissous dans ce liquide, ou combiné avec les glo-); que ce fût seulement pendant le cours de la circulation qu'en se combiavec le carbone du sang il produisît de l'acide carbonique, et que celui-ci fût bé par le liquide, jusqu'au moment de sa mise en liberté dans les poumons, inge se fondait en partie sur ce que du sang artériel qu'on tient renfermé dans ise clos y prend de lui-même une couleur plus foncée au bout de quelque s. Cette théorie a eu grand cours parmi les physiologistes. On citait en sa r les expériences de Vogel, de Home, de Brande, de Scudamore et de Collard artigny, prouvant que le sang veineux contient réellement de l'acide carbo-, et celles de H. Davy, établissant qu'on peut dégager de l'oxygène du sang el. En l'adoptant, on explique pourquoi les poumons ne sont pas plus chauds l'autres parties. F. Nasse a réuni dans un excellent mémoire tous les anciens qui viennent à son appui (1), et que des expériences contradictoires avaient is sujets à doute. Mais les observations de Stevens, Hoffmann, Bischoff, Beret Enschut sur la présence de l'acide carbonique dans le sang veineux, et ut celles de Magnus sur l'existence de gaz dans les deux sangs, l'ont remis en eur. J'ai cité plus haut les arguments de Liebig, qui obligent d'y apporter des ictions, et qui rendent vraisemblable que l'acide carbonique contenu dans le y existe, pour la plus grande partie, à l'état de bicarbonate sodique, qui, l'influence d'un courant gazeux et d'une diminution de la pression atmosphée, laisse échapper une partie de son acide.

Stevens a établi une théorie particulière reposant sur un fait bien connu, celui les sels neutres rendent le sang rutilant. La matière colorante des globules du ;, dit-il, est foncée par elle-même : le sérum la rend vermeille, parce que les neutres éclaircissent la teinte du sang. La couleur vermeille est donc la cou-naturelle des globules tant qu'ils sont entourés de sérum. Si l'on mêle enble de l'eau et du caillot vermeil, celui-ci prend une teinte obscure, parce que a lui enlève son sérum ; l'acide carbonique fonce la couleur du sang vermeil. acide prend naissance, suivant Stevens, dans les vaisseaux capillaires du corps, qui explique pourquoi le sang veineux est noir : il est exhalé dans les poumons, par le seul fait de son départ, ce sang recouvre sa teinte vermeille, sans que ygène soit la cause du phénomène. Si l'hypothèse de Stevens était exacte, le g veineux devrait devenir rutilant sous l'action de la machine pneumatique, qui enlève l'acide carbonique. Or, c'est ce qui n'arrive pas. Donc le gaz oxygène pis dans le sang doit avoir une part essentielle à sa couleur rutilante. De Maack (2) rouvé que le cruor oxydé et le cruor chargé d'acide carbonique sont tous deux lement noirâtres lorsqu'ils ne se trouvent pas en contact avec un liquide conant quelque sel neutre : les sels leur donnent à tous deux une teinte plus claire, i, dans le second, ne va que jusqu'à la couleur du sang veineux, mais qui, dans premier, va jusqu'à celle du sang artériel. L'auteur a trouvé, comme Berzel, qu'il n'y a que très peu d'oxygène absorbé par le sérum, et qu'il ne s'en age pas d'acide carbonique. Mais deux volumes et demi de dissolution de ma-

(1) Meckel's *Archiv*, t. II, p. 195, 435.
(2) *De ratione quæ colorem sanguinis inter et respirationis functionem intercedit.* Kiel, 1834.

bonique et le gaz oxygène existent-ils dans le sang ? La ré-

que contenu dans le sang en est-il expulsé par l'air atmosphé-
ı aussi par d'autres gaz ? Cette question est également résolue
ıative, à l'égard du second point, par les expériences de Hoff-
:hoff, Bertuch et Magnus. Les gaz hydrogène et azote qu'on
sang en dégagent autant d'acide carbonique que le ferait l'air

à sang froid exhalent-ils de l'acide carbonique dans le gaz hy-
ns le gaz azote pur ? Nous allons voir que ce point est douteux.
xpériences de H. Davy (1), Coutanceau (2) et Nysten sur des
haud ne prouvent rien, puisque les poumons de ces êtres, qui
ner que peu de temps dans l'hydrogène, contenaient encore de
e avant l'immersion. Pour arriver à une réponse catégorique, il
uux puissent vivre longtemps dans l'hydrogène, ou dans l'azote,
té de l'acide carbonique produit soit considérable. C'est ce qu'a
u. Une grenouille exhala en 8 heures 1/4, dans du gaz hydrogène,
1,49 pouce cube d'acide carbonique, ce qui cependant ne saurait
nt exact, puisque, même dans l'air atmosphérique, une grenouille
autant d'acide carbonique durant ce laps de temps (3). Collard de
érimenté avec le gaz azote, et observé aussi l'exhalation d'une
e carbonique qui n'était pas beaucoup moindre que dans l'expé-
dwards (4). Il retirait la grenouille toutes les 1 heure 1/2 à 2 heures
ine d'azote, faisait passer le gaz dans une autre cloche, remplissait de
nière d'azote, et y replongeait l'animal, ce qu'il répétait plusieurs
xpérience, en ayant soin de commencer par comprimer les pou-
ux. Voici quels furent les résultats qu'il obtint :
ouille forma en 7 heures 1/2 2,80 centilitres d'acide carbonique, =
be.
illes fournirent en 8 heures 7,98 centilitres d'acide carbonique, =
be par animal.
lles fournirent en 8 heures 1/2 5,22 centilitres d'acide carbonique, =
be pour chacune.
illes formèrent en 8 heures 5,43 centilitres d'acide carbonique, =
be par grenouille.
illes formèrent en 7 heures 1/2 4,89 centilitres d'acide carbonique, =
be pour chacune.
ılles formèrent en 9 heures 5,15 centilitres d'acide carbonique, =
be par grenouille.
iilles formèrent en 8 heures 40 minutes 5,70 centilitres d'acide
1,43 pouce cube par grenouille.
ıces analogues ont été faites par Bergemann et moi. Les grenouilles

., t. XIX, p. 320.
es nouvelles doctrines chimico-physiologiques. Paris, 1821, p. 280.
les agents phys., p. 445.
Journ. de physiol., 1830, t. X, p. 121.

furent mises, après avoir eu les poumons comprimés, dans une cloche pleine d'hydrogène ou d'azote et placée sur du mercure; elles y restèrent jusqu'à ce qu'elles parussent mortes. Le gaz hydrogène avait été purifié, avant l'expérience, par le moyen de l'alcool ou de la potasse caustique. Dans tous les cas, les grenouilles exhalèrent de l'acide carbonique, dont la quantité fut déterminée à l'aide de la potasse caustique : cette quantité fut moindre que dans les expériences déjà relatées précédemment. Voici quels furent les résultats :

OBSERVATEURS.	GAZ.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE.	QUANTITÉ de l'acide carbonique produit.
Mueller	Azote	6 heures. .	0,25 p. cub.
Bergemann	Azote	14.	0,75
Bergemann	Azote	12.	0,5
Mueller et Bergemann. .	Hydrogène.	22.	0,5
Mueller	Hydrogène.	6 1/2. . . .	0,83
Mueller	Hydrogène.	6.	0,33
Mueller	Hydrogène.	8.	0,4
Bergemann	Hydrogène.	10.	0,55
Bergemann	Hydrogène.	12.	0,8
Bergemann	Hydrogène.	13.	0,7
Bergemann	Hydrogène.	14.	0,5

On pouvait objecter, contre ces expériences, que les poumons des grenouilles contenaient encore une certaine quantité d'air atmosphérique, et que peut-être aussi y avait-il de l'acide carbonique dans leur canal intestinal. C'est pourquoi je les répétai, en commençant par plonger les animaux dans le vide, que je remplis ensuite de gaz hydrogène purifié. Dans cette nouvelle expérience, l'hydrogène fut également pompé à plusieurs reprises, afin d'enlever jusqu'aux dernières traces d'air atmosphérique. On s'assura aussi qu'après l'absorption de la vapeur aqueuse par du chlorure calcique, la potasse caustique ne faisait subir aucune diminution au gaz. Les grenouilles restèrent trois heures dans l'hydrogène; depuis longtemps déjà elles étaient asphyxiées. On les retira, et l'on dépouilla le gaz de toute humidité, en introduisant, plusieurs fois dans le cours d'une journée entière, un petit tube plein de chlorure calcique, jusqu'à ce que le sel cessât de s'humecter. Ce fut alors seulement qu'on alla à la recherche de l'acide carbonique par le moyen de la potasse caustique. Dans les deux expériences qui furent faites ainsi, on constata l'exhalation ordinaire de gaz acide carbonique; la première en donna 0,3 pouce cube, et la seconde 0,37.

On peut donc, sans crainte de se tromper, évaluer à $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$ de pouce cube la quantité d'acide carbonique qu'une grenouille forme en 6 à 12 heures dans des gaz exempts d'oxygène. Comme les poumons et le larynx de l'animal n'ont, en général, qu'une capacité de $\frac{3}{8}$ à $\frac{1}{4}$ pouce cube, qu'avant chaque expérience on avait eu soin d'exprimer l'air qu'ils contenaient, et que, s'il y était resté de l'air et de l'acide carbonique, ce ne pouvait être qu'en très petite quantité, on ne peut refuser d'admettre le résultat trouvé déjà par Spallanzani, savoir, que les animaux à sang froid continuent d'exhaler de l'acide carbonique dans un air qui

ontient pas d'oxygène, et que la quantité de cet acide égale presque celle ls produisent en respirant dans l'air atmosphérique, puisque, d'après les riences qui ont été rapportées dans le livre précédent, une grenouille produi- alors, terme moyen, 0,57 pouce cube de cet acide en six heures. Ces résultats été confirmés naguère par les expériences non moins instructives de Bischoff, a trouvé également que des grenouilles auxquelles on a lié et enlevé les pou- is continuent d'exhaler de l'acide carbonique par la peau (0,20 pouce cube nuit heures (1)).

ans les premières éditions de mon Manuel, j'ai cité ces faits, quoiqu'ils ne

) Dans une nouvelle série d'expériences, M. Scharling (*Journal fuer prakt. Chemie*, .VIII, p. 435) a cherché à éviter le dosage de l'acide carbonique au volume; pour pouvoir rminer cet acide à l'aide de la balance, il modifie de la manière suivante l'appareil qui lui : servi précédemment (*Annuaire de chimie*, 1847, p. 785).

la place des 9 tubes qui se trouvent dans le réservoir, il met 4 ballons, chacun d'une capa- de 300 pouces cubes environ. Les cloches sont munies de robinets garnis de tubes et disposés manière à faire arriver, goutte à goutte, de l'huile dans le ballon, pendant que l'air déplacé par un robinet latéral. Chaque ballon contient un thermomètre dont les degrés sont assez ement marqués pour qu'on puisse parfaitement les lire hors de l'appareil.

'our se servir de ces ballons, on y fait le vide et l'on estime le volume de l'air restant d'après auteur barométrique de la machine pneumatique et d'après le thermomètre du ballon. Trois ballons communiquent entre eux à l'aide de tubes de plomb scellés hermétiquement dans pareil, et de telle manière que l'un d'eux entre par le haut, l'autre par la base et le troi- le par le milieu.

.e quatrième ballon sert à déterminer la quantité d'acide carbonique qui se trouve dans l'air moment où l'on commence; ce moment est arrivé dès que la personne est entrée dans l'appa- et que la porte est fermée. Quand l'expérience est terminée, on ouvre à la fois les robinets trois ballons, et, comme l'ouverture de ces robinets est considérable, l'air entre dans moins le demi-minute.

'acide carbonique de chaque ballon est ensuite chassé à travers des tubes contenant de ieste sulfurique, puis dans un tube à potasse, et enfin dans un nouveau tube à acide sulfu- ie, afin de fixer l'humidité qui a pu être enlevée à la potasse.

'air des ballons ne renfermant que peu d'acide carbonique, on a eu soin de le faire passer lentement à travers la potasse; l'air de chaque ballon a pris ainsi de 36 à 48 heures.

in a déterminé la capacité de chaque ballon en pesant la quantité d'huile qu'il peut renfermer le certaine température.

'auteur s'assura ensuite que l'huile employée ne prenait pas d'acide carbonique et que les onnes renfermées dans l'appareil n'exhalaient pas moins d'acide carbonique qu'au dehors. endant ce dernier point n'a été résolu qu'en partie; et en réduisant à 15 ou 20 minutes le ur des personnes dans l'appareil, tantôt en prolongeant ce séjour, dans l'un et l'autre cas la tité d'acide carbonique exhalé était la même dans le même temps, ce qui prouve que la luction d'acide carbonique n'était pas influencée par l'expérience.

l'aide de cet appareil, il s'assura que la quantité d'acide carbonique exhalé dans une heure e 44,3 grammes, ce qui représente 12.06 grammes de carbone. Ces résultats s'accordent ceux de MM. Andral et Gavarret, et avec ceux que l'auteur a obtenus précédemment.

personne sur laquelle M Scharling avait expérimenté était un homme de trente et quelques s; dans une seconde expérience, l'auteur recherchа la quantité d'acide carbonique déve- e par le même homme astreint à un travail fatigant. Dans ce but, l'homme prit avec lui dans reil une barre de fer longue de 3 pieds, et portant à son extrémité une masse de fer assez dérable, et pendant toute la durée de l'expérience il agita cette barre de fer. Ce travail était rude pour faire entrer en sueur la personne soumise à l'expérience; aussi les vitres du ré- r se couvrirent d'une rosée tellement épaisse qu'il fut impossible de lire les degrés du ther- ètre placé dans l'intérieur. L'expérience dura 21 minutes; il s'était produit 50.85 grammes

se conciliassent pas avec les observations d'après lesquelles le sang ne contiendrait point d'acide carbonique. On paraissait alors en droit d'admettre qu'une partie de l'acide carbonique qui se produit pendant la respiration est une simple sécrétion des poumons, susceptible de s'accomplir indépendamment de l'air atmosphérique, et l'on comparait ce mode de production d'acide carbonique à celui qui a lieu dans la fermentation, où l'acide carbonique s'engendre aux dépens des éléments des substances organiques, sans que l'oxygène de l'air exerce d'influence essentielle. On devait croire alors que les poumons et la peau possédaient seuls la puissance d'exhaler de l'acide carbonique, et que le sang ne donnait point de ce gaz, lorsqu'on l'agitait dans un vase avec de l'air atmosphérique ; mais c'est ce

d'acide carbonique, ce qui fait 39,63 grammes de carbone par heure. Dans une deuxième expérience, la quantité de carbone exhalé dans une heure s'élevait à 40,2 grammes.

On voit que la quantité d'acide carbonique exhalé pendant le travail est environ le triple de celui qui est produit pendant le repos.

L'auteur a également recherché l'influence que les boissons alcooliques peuvent exercer sur la respiration. Il a introduit dans le réservoir un ivrogne qui venait de se griser ; cet individu se tenait parfaitement tranquille pendant les 20 minutes qu'a duré l'expérience, cependant il a été exhalé 8,944 grammes de carbone, ce qui fait 7,045 grammes de carbone par heure.

Dans une seconde expérience faite avec un autre ivrogne qui se tenait dans un état d'agitation continuelle, il s'était produit 13,263 grammes d'acide carbonique dans 20 minutes, ce qui correspond à 10,83 grammes de carbone.

Toutes les expériences qui viennent d'être rapportées ont été faites entre midi et 2 heures.

A ces expériences, l'auteur en a rattaché d'autres ayant pour but d'établir la quantité de chaleur qu'il faut pour entretenir la chaleur naturelle de l'homme pendant un temps donné. Il s'est servi pour cela d'un réservoir carré de cuivre qui, rempli d'eau à 37° C., développait, dans le même temps, la même quantité de chaleur environ qu'un homme adulte. Ce réservoir pesait 30 livres et jouissait d'une surface de 1792 pouces carrés. L'eau qu'il contenait s'élevait à 1[illegible] livres, ce qui fait 140 livres avec le cuivre dont la chaleur spécifique est environ 30 fois moindre que celle de l'eau.

Placé dans le réservoir à respiration, cet appareil en éleva la température de 3° C., pendant que sa température, à lui, baissait de 1,45° C.

Une moyenne de plusieurs expériences a fait admettre le nombre 2°, 25 C. pour la température à laquelle l'air de l'appareil à respiration s'élève quand un homme y est placé pendant 30 minutes. D'après l'expérience que nous venons d'indiquer, 140 livres d'eau auraient perdu 0,9[illegible] pour faire élever la température du réservoir de 2,25° C. Or

$$140 \times 0,95 = 133 \text{ et } 140 \times 0,93 = 130.$$

La moyenne de ces deux nombres est de 131,5.

Si l'on admet que 2, 950 livres d'eau s'échauffent à 1° C. dans une combustion dans laquelle il se consomme 500 grammes d'oxygène, les 131,5 livres d'eau exigeraient environ 22,3 grammes d'oxygène.

Si l'on compare cette proportion d'oxygène avec celle qui est contenue dans 22 grammes d'acide carbonique exhalés dans 30 minutes par une personne adulte, on obtient une différence de 6 grammes, ce qui fait plus d'un quart d'oxygène de plus que celui qui entre en considération ici. D'après MM. Dulong et Despretz, les carnivores consomment environ un tiers d'oxygène plus que celui qui est exhalé à l'état d'acide carbonique. MM. Regnault et Reiset ont tout récemment confirmé ce fait (voyez plus loin, p. 264, en note).

L'auteur a encore cherché à déterminer la quantité de chaleur qui provient de l'eau et de l'acide carbonique exhalés par la bouche et le nez, ainsi que celle qui est produite par la respiration. Pour cela, il enferma dans le réservoir un homme muni d'un masque de caoutchouc, qui lui permit de respirer librement dans l'air, pendant que le reste de son corps était placé dans

rive pas. Le sang donne de l'acide carbonique même quand on l'agite avec atmosphérique ; 7 pouces cubes de ce liquide, agités d'une manière presque lle avec 10 pouces cubes d'air, donnent, en six heures, $\frac{1}{4}$ pouce cube de e. La théorie de la respiration présentait donc encore, il y a quelques une difficulté insoluble.

rd'hui, nous avons une solution complétement satisfaisante du problème. llentes recherches de Magnus ont établi que les deux sangs contiennent xygène, du gaz azote et du gaz acide carbonique, qu'il y a plus d'oxygène tériel que dans le veineux, et que le veineux contient plus d'acide carbo- ie l'artériel (1). L'acide carbonique contenu dans le sang se trouve chassé, la respiration, par l'air atmosphérique, et remplacé en partie par du gaz , car il y en a toujours une certaine quantité qui demeure dissoute dans ırtériel ; de l'acide carbonique se forme dans toute l'étendue du système e sanguin, mais surtout dans les capillaires, par l'effet du conflit qui a c le sang et les molécules des organes. Mais tout l'oxygène que renferme artériel ne disparaît pas dans les capillaires ; on en retrouve encore une ıns le sang veineux, et, quand celui-ci parvient au poumon, l'air en fait de sortir une certaine quantité d'acide carbonique. Cet échange est facile à

Pendant la première expérience, qui dura 30 minutes, la température du réservoir 1,80° C. ; pendant la seconde, cette température était de 1,70° C.
, on fit cette expérience d'une manière inverse : l'homme se trouvait en dehors du réser- ıssa dans l'intérieur de l'appareil le produit de sa respiration. Dans une première expé- 30 minutes, le thermomètre s'est élevé à 0.5° C. Dans une deuxième, qui fut faite avec personne, il s'éleva à 0,43° C. Dans cette dernière expérience la respiration était un peu : qui explique jusqu'à un certain point la divergence des résultats des deux opérations. te de ces deux dernières expériences que l'acide carbonique et la vapeur d'eau exhalés ıche et les narines ne produisent qu'environ ¼ de toute la chaleur développée par le ıain (*Annuaire de chimie*, 1850, p. 706).
s expériences de M. Lassaigne (*Sur la proportion d'acide carbonique exhalée par ıx*, Journal de chimie médicale, 3ᵉ série, t. V, p. 253), l'animal respirait librement dans la boite, dont le cubage était parfaitement connu. Au bout d'une heure, l'air était dans un flacon bien sec, rempli de mercure, qu'on débouchait auprès de l'animal. gne donne les détails numériques de ses expériences et pose ensuite les conclusions qui suivent :
ıroportion de gaz acide carbonique exhalée par la respiration, dans des temps égaux, le plus ordinairement chez le cheval, après un exercice plus ou moins prolongé qui fonctions du poumon.
s le cheval arabe, de pur sang, l'exhalation du gaz acide carbonique n'est pas sensi- ıodifiée après une course plus ou moins longue ; elle est toutefois supérieure à celle ır des chevaux communs de race différente.
s les affections où l'organe pulmonaire éprouve une gêne matérielle (comme dans l'hydro- ı quantité d'acide carbonique exhalée diminue considérablement.
affections aiguës, inflammatoires, en excitant les fonctions du poumon, donnent lieu grand développement d'acide carbonique (*Annal. de chimie*, 1850, p. 715). É. L.
a vu précédemment (p. 246) que cette assertion n'est pas exacte, et que Magnus a s d'acide carbonique du sang artériel que du sang veineux. C'est précisément cette ce qui a déterminé Gay-Lussac à attaquer (*Ann. de chim.*, 1844, t. XI, p. 1, ou *An- chimie*, Paris, 1845, p. 540) la théorie chimique de la respiration fondée sur les ns du chimiste allemand. (*Note du trad.*)

expliquer par les lois physiques de l'absorption des gaz. Un liquide chargé d'un gaz ne l'abandonne pas tant qu'il est soumis à la pression de ce même gaz ; mais dès qu'il est mis en rapport avec un autre gaz, les deux gaz s'échangent jusqu'à ce qu'il y ait équilibre de répartition entre eux. On conçoit donc sans peine pourquoi les grenouilles exhalent autant d'acide carbonique dans le gaz hydrogène et le gaz oxygène que dans l'air atmosphérique, et pourquoi ces deux gaz, quand on les fait passer à travers du sang, enlèvent l'acide carbonique que celui-ci contient.

En admettant que l'acide carbonique qu'on sépare du sang par des moyens artificiels s'y trouvait tout entier combiné avec de l'alcali, sous la forme de bicarbonate potassique, on peut se figurer, ou que celui qui est exhalé pendant la repiration se forme dans les poumons seulement, et qu'en conséquence les phénomènes chimiques de la respiration ne s'accomplissent que pendant le passage du sang à travers l'organe pulmonaire ; ou qu'il provient de la décomposition du bicarbonate potassique par l'acide lactique auquel l'oxydation des matières animales donne naissance, que le lactate potassique qui résulte de cette décomposition est porté au dehors par les sécrétions, et que l'acide carbonique, mis ainsi en liberté pendant le cours de la circulation, s'échappe par les poumons. Ces deux hypothèses sont renversées par la respiration des grenouilles dans le gaz hydrogène : car, comme les grenouilles continuent de produire, dans ce gaz, autant d'acide carbonique que dans l'air atmosphérique, cet acide ne peut résulter ni d'une oxydation directe du carbone dans les poumons, ni de la formation d'un autre acide et de la décomposition par lui d'un carbonate. Mais le sel alcalin du sang peut très bien abandonner une partie de son acide carbonique dans les poumons par l'effet du seul contact, soit de l'air atmosphérique dans la respiration ordinaire, soit du gaz hydrogène, dans l'expérience en question. Le contact qui a lieu, dans l'organe pulmonaire, entre l'air et les petits courants du sang, doit aussi donner occasion à cet échange de s'accomplir ; ici, à l'inverse de ce qui arrive dans l'expérience, c'est le sang qui passe au travers du gaz. Le bicarbonate alcalin laissera donc échapper une partie de son acide carbonique au moment de la pénétration du gaz oxygène ou de tout autre gaz, et se combinera de nouveau, pendant la circulation, avec l'acide carbonique devenu libre, qu'il abandonnera encore dans les poumons. Cependant il n'est guère possible que la quantité considérable d'acide carbonique formée par la respiration devienne libre de cette manière ; car, quand bien même l'acide qui est dégagé du bicarbonate sodique du sang, par la conversion de ce sel en carbonate neutre, correspondrait à la quantité de ce même acide qui existe dans le sang, il n'y aurait cependant aucun motif d'admettre qu'un gaz suffit seul pour déterminer cette métamorphose, puisqu'il suivrait de là qu'une dissolution de bicarbonate potassique ne pourrait jamais se maintenir à l'air. Les phénomènes sont plus faciles à concevoir en supposant que le sang tient en dissolution de l'acide carbonique libre, et que ce sont les gaz eux-mêmes qui agissent l'un sur l'autre, ce que l'on peut admettre, en tous cas, dans l'hypothèse même où une partie de l'acide carbonique qu'on parvient à soustraire au sang proviendrait de bicarbonates alcalins.

Quoi qu'il en soit, il demeure bien prouvé, et par l'existence de gaz oxygène libre dans le sang, et par la continuation de l'exhalation d'acide carbonique chez les animaux qu'on force à respirer du gaz hydrogène, que les phénomènes chi-

's de la respiration ne sont pas bornés aux poumons, et qu'ils s'accomplissent s tout le trajet de la circulation.

L'acide carbonique contenu dans le sang, quelle qu'en soit la source, suffit ır rendre raison de toute la quantité de cet acide qui est mise en liberté pen- t la respiration. Si l'on admet qu'à chaque battement le cœur pousse 2 onces sang, on trouve que 10 livres de sang traversent le poumon en une minute; 10 livres devraient donc contenir la quantité d'acide carbonique qui est expirée s le même espace de temps. En admettant que le chiffre de 27,7 pouces es, assigné par Allen et Pepys à cette quantité, chiffre évidemment exagéré, trop fort de moitié, et que, comme dans l'expérience de Davy, la quantité l'acide carbonique expiré en une minute soit de 13 pouces cubes, il faudrait 10 livres de sang tinssent en dissolution 13 pouces cubes d'acide carbonique. les expériences de Magnus établissent que le sang contient au moins $\frac{1}{5}$ de son ume de cet acide; et, comme 1 livre de ce liquide égale environ 25 pouces es, chaque livre de sang veineux contiendrait au moins 5 pouces cubes d'acide bonique. Les 10 livres de sang qui traversent les poumons en une minute ntiendraient donc, d'après le calcul, 50 pouces cubes d'acide carbonique, dont es pourraient très bien abandonner, dans la respiration, 13 pouces cubes, vant Davy, ou 22,7 pouces cubes, suivant Allen et Pepys (1).

L'azote de l'air atmosphérique, dont il passe un peu dans le sang pendant la piration, paraît ne jouer aucun rôle dans l'économie, car sa quantité semble pas différer dans les deux sangs.

Le but de la respiration est évidemment, d'abord, d'introduire dans le sang ygène nécessaire à la vivification des organes, ensuite de débarrasser ce liquide

(1) Voici les *raisonnements* contraires de Gay-Lussac (*loc. cit.*, p. 9). La théorie fondée sur expériences de Magnus devrait prouver : 1° Que le sang veineux contient plus d'acide carbo- ue que le sang artériel; 2° que la différence des quantités de cet acide de l'un à l'autre sang fait aux exigences de la respiration; 3° que la quantité d'oxygène absorbée dans le poumon le sang artériel, et abandonnée ensuite dans le trajet de la circulation, satisfait également à roduction d'acide carbonique et d'eau dans l'acte de la respiration; 4° que le sang veineux tient plus d'azote que le sang artériel. Or, en examinant le tableau de Magnus, on voit que parties en volume de sang artériel ont produit 6,4968 d'acide carbonique; le sang veineux a fourni que 5,5041. C'est donc le contraire de ce qui aurait dû avoir lieu, car le sang riel contiendrait 18 pour 100 en plus d'acide carbonique que le sang veineux, et, en admet- que Magnus n'ait peut-être pas retiré du sang le dixième de l'acide carbonique qu'il peut enir, toujours est-il que les fractions obtenues par lui devraient être proportionnelles aux ités absolues contenues dans chaque espèce de sang; or elles ne le sont pas. La même ulté se présente pour l'azote, dont le sang artériel devrait contenir moins que le sang veineux, is que, d'après le tableau de Magnus, il en contient moitié plus. Les proportions de l'oxy marchent seules dans un sens favorable pour chaque espèce de sang, car 100 parties de sang riel en ont donné 2,4178, et le sang veineux 1,1703 seulement, ou presque moitié moins. ettant ce fait comme constant, supposant qu'un homme expire 13 pouces cubes d'acide onique par minute, que chaque pulsation du cœur fournit une once de sang, que le nom- de ces pulsations est de 75 par minute, et qu'en conséquence il passe 75 onces=115,7 pouces s de sang dans les poumons pendant le même espace de temps, il suit de ces dernières sup- tions que 115,7 pouces cubes de sang en contiendraient 13 d'acide carbonique, ou 100 de ; 11,23 de cet acide, quantité que pourrait très bien fournir le sang, puisque Magnus admet, ès ses expériences, qu'il en renferme bien plus de 20 pour cent. Maintenant, en supposant le sang veineux abandonne 11,23 pour 100 de son volume d'acide carbonique, le sang arté- devrait évidemment contenir, pour le produire, un volume égal au moins d'oxygène,

[illegible] qui se produit dans les vaisseaux capillaires. Ce qui prouve [illegible] pas le but principal, c'est que les grenouilles tombent [illegible] hydrogène et azote, qui n'altèrent pas le moins du monde [illegible] carbonique.

[illegible]morphose des matières animales par la respiration.

[illegible] de Denis et de Scherer ont appris que la fibrine du sang veineux

[illegible] comme dans l'acte de la respiration, sur 4 parties d'oxygène absorbé, il y [illegible] en acide carbonique, et 1 en eau, le sang aura dû prendre dans le [illegible]ment 11,23 d'oxygène, mais $11,23 + \frac{11,23}{3} = 14,97$, quantité 16 fois [illegible] de 0.926, que pourrait prendre l'eau pure dans les mêmes circon[illegible] présence de l'air atmosphérique, et qui s'élèverait à $14,97 \times \frac{100}{21}$ [illegible] contact, au lieu d'air, avec une atmosphère d'oxygène. Enfin, si l'on [illegible] le sang veineux, à son arrivée dans le poumon, conserve à peu près la [illegible] contenu dans le sang artériel, la quantité totale que celui-ci [illegible] sortie du poumon, serait : 1° de 14,97, destinés à former de l'acide [illegible] de $\frac{14,97}{2}$, qui restent dans le sang veineux, c'est-à-dire en somme, [illegible] que, en contact avec une atmosphère d'oxygène, 100 de sang artériel [illegible] $\times \frac{100}{21} = 106,9$ de gaz, ou plus que son volume. Or, quoiqu'une telle [illegible] dans le sang, 24 fois plus forte que celle de l'eau, ne soit pas impossible, [illegible] moins la rendre vraisemblable, ce que n'a pas fait Magnus. Pour [illegible]. Gay-Lussac fait une nouvelle application avec les données qu'ont [illegible] de Bourgery. De ces expériences, il résulte qu'un adulte introduit [illegible] d'air dans son poumon, qu'il fait 15 inspirations semblables en [illegible] pendant lequel le cœur exécute 60 pulsations. Si maintenant on ad[illegible], qu'en une minute le cœur pousse 75 onces = 2,3 litres de sang dans [illegible] observateurs, que l'air expiré contient, en moyenne, 4 cen[illegible] carbonique, on se trouve conduit à ceci : que, puisque le volume [illegible] en une minute est de 7,5 litres, tandis que celui du sang qui [illegible] de temps est de 2,3 litres, ou 3,26 plus petit, il faut, d'[illegible] admettant que le sang veineux dissolve son volume d'acide car[illegible] donner à l'air, dans le poumon, 4 centièmes de cet acide, on [illegible] d'oxygène, il en renferme $(1 + 3,26) \times 4 = 17,0$ pour 100 de [illegible] minimum d'acide carbonique que devrait contenir le sang veineux [illegible] former les 13 centièmes de son volume d'acide carbonique [illegible] à l'air dans le poumon, le sang artériel doit évidemment [illegible] fournir à la production de l'acide carbonique, et même un [illegible] de l'eau. Or les expériences de Magnus ne satisfont pas à ces [illegible] carbonique dans le sang ne serait favorable à la nouvelle théorie [illegible] plus de cet acide dans le sang veineux que dans l'artériel [illegible] constaté, la présence de l'acide carbonique dans les deux sangs [illegible] toutes les théories pourraient s'arranger. Gay-Lussac [illegible] soutenue par Magnus ne repose encore sur aucune [illegible] phénomènes chimiques de la respiration est devenu [illegible] occuper avec Magendie; et c'est évidemment par là qu'[illegible] fois, toute l'importance du travail de Magnus se rattache [illegible], d'une quantité d'oxygène très supérieure à celle qu'[illegible]

(*Note du trad.*)

lle du sang artériel présentent une différence remarquable par rapport à leur ›ilité. Quand on prend de la fibrine bien lavée, provenant du caillot du sang ›ux, qu'on la triture avec un tiers de nitre, qu'ensuite on ajoute peu à peu re fois son poids d'eau, et sur la fin $\frac{1}{50}$ de potasse ou de soude caustique, le nge prend l'aspect d'une gelée, et au bout de quelques jours il est liquéfié. queur filtrée se comporte absolument comme l'albumine avec les réactifs. Elle ›agule quand on la fait bouillir; l'alcool agit de même sur elle; le chlorure urique et l'acétate plombique y déterminent des précipités. Lorsqu'au cone on opère sur la fibrine du sang artériel, elle ne se dissout pas. La fibrine érisée du sang veineux se dissout, même sans alcali, quand on la traite par le e et l'eau; mais alors il suffit d'ajouter beaucoup d'eau à la dissolution pour lle se précipite. La fibrine de la couenne inflammatoire, celle qu'on obtient ouettant le sang, celle qui, étant humide, est restée quelque temps exposée à , enfin celle qui a été mise pendant quelques minutes en ébullition dans l'eau, en digestion dans l'alcool, se comportent de même que la fibrine artérielle (1). ésulte aussi des expériences de Scherer que cette propriété de la fibrine artéle tient à l'influence de l'oxygène. De la fibrine fraîche, mise dans un tube de re contenant 168 centimètres cubes d'oxygène absorba en quatorze jours centimètres cubes de ce gaz, et en produisit 50 d'acide carbonique. Dans une ›érience comparative sur de la fibrine récemment obtenue par lavage, et sur de fibrine qui avait bouilli pendant quelques minutes, on trouva qu'en quatorze .rs, la première avait formé 202 centimètres cubes d'acide carbonique, et que seconde n'en avait pas produit. La fibrine obtenue par lavage du caillot du sang gage très vivement du gaz oxygène de l'eau oxygénée; mais, d'après Scherer, phénomène n'a lieu, ni avec la fibrine bouillie, ni avec celle qui a été mise en estion dans l'alcool. Scherer prouve, par ces expériences, que la fibrine fraîche sède toutes les propriétés d'un corps qui se trouve dans un état de continuelle nsformation, et que ces propriétés sont, comme la fermentation, détruites par chaleur de l'ébullition et par l'alcool. Il lui paraît vraisemblable que cette subnce se forme aux dépens de l'albumine, par une série de métamorphoses. Une olution de fibrine du sang veineux dans l'eau nitrée, qui était restée en repos dant quatorze jours, présentait à sa surface un trouble considérable, dont aisseur allait toujours en augmentant, mais qui disparaissait par l'agitation.

Ces expériences sont fort instructives, tant par rapport aux effets physiologiques la respiration qu'à l'action des antiphlogistiques. Il en découle que, pendant les ammations, la fibrine possède déjà dans le sang veineux les propriétés de la rine artérielle, et que le nitre, ainsi que d'autres substances douées d'action sur fibrine, qui diminuent la qualité inflammatoire du sang, agit probablement limitant la transformation ou l'oxydation de cette substance. Scherer rappelle outre que ces mêmes sels, quand on en prolonge l'usage, rendent le sang pauvre principes plastiques et déterminent un état scorbutique.

L'action que l'oxygène exerce sur la fibrine ne fut pas aussi sensible sur le blanc euf et le sérum du sang. 30 centimètres cubes de sérum du sang plongés dans 8 centimètres cubes d'oxygène absorbèrent en huit jours 4 centimètres cubes

(1) Scherer, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XL, 1, 1841.

seulement de ce gaz, et 8 en quatorze jours. Il ne se forma pas d'acide carbonique. L'action de l'oxygène est empêchée ici par les sels, notamment par le chlorure sodique. On peut, par un lavage circonspect avec de l'eau froide, enlever ces sels au sérum du sang non coagulé et desséché ; mais alors le résidu passe à l'état insoluble, vraisemblablement par oxydation : la cendre ne contient plus d'alcali libre. Du sérum ainsi dépouillé de ses sels absorba en quatorze jours 8 centimètres cubes de gaz oxygène, et en forma 22 d'acide carbonique.

Il est digne de remarque, enfin, que le liquide obtenu par le lavage du sérum du sang se comportait comme une dissolution de caséine, et donnait une cendre très alcaline. De l'alcali ajouté au sérum en faisait aussi passer l'albumine à l'état dans lequel elle ressemble à la caséine. En effet, quand on mêlait du sérum frais avec le double d'eau distillée, et qu'on ajoutait un peu de dissolution d'alcali à la liqueur, la réaction alcaline disparaissait presque entièrement, et, si l'on chauffait ensuite jusqu'à l'ébullition, il ne s'opérait plus de coagulation ; mais, par une ébullition prolongée, il se produisait à la surface une pellicule qui se renouvelait à mesure qu'on l'enlevait, comme celle dont le lait chauffé se couvre, et qui avait la même composition élémentaire que cette dernière. On pouvait aussi, par l'addition d'un peu d'alcali, communiquer à l'albumine la propriété qu'a la caséine de se dissoudre dans l'alcool chaud, dont elle se sépare en partie par le refroidissement (1).

Rapports de la respiration avec la nourriture.

Les recherches que Liebig a entreprises dans le domaine de la chimie physiologique (2) permettent aujourd'hui de considérer à un point de vue plus large les rapports de la respiration avec la nutrition, et, en général, avec tout l'ensemble de l'économie animale. L'homme exhale, par la respiration, tant de carbone, sous forme d'acide carbonique, que quatre à cinq heures de respiration ou de vie suffiraient pour consommer tout le carbone existant dans les matières animales du sang, s'il n'était pas remplacé par les aliments. La quantité du carbone éliminé est toujours proportionnelle à celle de l'oxygène inspiré. Deux animaux qui absorbent des quantités inégales d'oxygène, et expirent des quantités inégales d'acide carbonique,

(1) Scherer mentionne aussi une expérience dans laquelle la totalité du fer fut enlevée au sang, sans que celui-ci perdît sa couleur rouge. Du caillot sec et pulvérisé fut intimement [illegible] avec de l'acide sulfurique concentré, après quoi on ajouta de l'eau. Au bout de quelques [illegible] celle-ci contenait une quantité considérable de sulfate de fer. La masse fut lavée sur un [illegible] jusqu'à ce que le liquide n'indiquât plus la présence du fer. Alors on la fit bouillir avec de l'[illegible] cool, qui prit une teinte rouge foncé. La dissolution alcoolique de sulfate d'hématine fut [illegible] tralisée par l'ammoniaque et évaporée à siccité. On brûla le résidu : la cendre ne contenait [illegible] de fer. A cette occasion, Berzelius (*Jahresbericht*, 1843, p. 547) rappelle qu'ayant fait [illegible] pendant six heures du cruor, à une température qui ne dépassait pas + 70°, avec quatre [illegible] poids d'acide sulfurique étendu d'eau, il trouva que ce qui n'avait pas été dissous par l'[illegible] donnait une cendre d'oxyde de fer plus pur que celui de la partie dissoute, et en quantité correspondante à celle qu'on devait obtenir d'après l'analyse de l'hématine (*Ann. de chim.*, [illegible] p. 42). Il se demande si l'acide sulfurique concentré a pu produire sur le cruor desséché [illegible] d'effet que le même acide étendu d'eau n'a pu en faire sur le cruor encore humide.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XLI, p. 2. — *Chimie appliquée à la physiologie*, Paris, 1842, in-8.

ennent aussi, dans la même proportion, des quantités inégales de la même nourriture.

Voilà pourquoi les animaux que l'abstinence fait périr le plus vite sont ceux qui spirent le plus, comme les oiseaux (1) ; ceux-ci meurent en quelques jours, tandis 'un reptile, qui respire dix fois moins, supporte la privation d'aliments pendant usieurs mois. Le nombre des respirations est moindre dans l'état de repos, et out a trouvé qu'un exercice modéré accroît la quantité de l'acide carbonique oduit par la respiration (tandis que cette quantité subit une diminution à la suite mouvements violents). L'exercice exige aussi davantage de nourriture. Quand respiration a lieu dans du gaz oxygène, il se forme plus d'acide carbonique que squ'elle s'exécute dans l'air atmosphérique (Allen et Pepys). La quantité relae de l'oxygène dans des volumes égaux d'air atmosphérique doit avoir de l'inence sur celle de l'acide carbonique qui se produit. L'air chaud contient moins oxygène que l'air froid : c'est pourquoi on expire plus de carbone, et que l'on t obligé de consommer proportionnellement plus d'aliments en hiver qu'en été, us aussi dans les climats froids que dans les pays chauds. Les peuples du Nord, on seulement mangent davantage, mais encore font usage d'aliments plus subtantiels. Liebig signale, à cet égard, la différence qui existe entre les fruits dont it l'homme du Midi, et le lard ou l'huile dont se nourrit celui des régions polaires. es fruits frais ne contiennent pas plus de 12 pour cent de carbone, tandis qu'il en a 66 à 80 dans les huiles. Aussi n'est-il pas difficile, dans les pays chauds, 'être sobre ou de jeûner longtemps, tandis que le froid et la faim réunis abattent pidement les forces. Comme la chaleur propre de l'animal dépend de la respiraon, et que celle-ci exige l'affluence de nouveaux matériaux carbonés, une temérature froide doit exiger plus de nourriture pour la conservation de la chaleur imale, qu'un climat chaud. A toutes ces circonstances paraît aussi se rattacher le it de la plus grande fréquence des maladies du foie en été, et de celles des pouons en hiver; car le foie élimine également du carbone, mais sous une autre rme que le poumon.

Chez l'animal qui jeûne, la respiration et la consomption du corps par la combinaison de l'oxygène avec le carbone des matières animales demeurent les mêmes. haque jour, 32 $\frac{1}{4}$ onces d'oxygène pénètrent dans l'organisme, dont, à leur sortie, les entraînent une partie avec elles. La déperdition se fait immédiatement aux épens du sang, dont l'organisme cherche à maintenir l'intégrité en sacrifiant la aisse. Voilà pourquoi, chez les animaux hivernants, le sommeil d'hiver fait disparaître la graisse qu'ils avaient amassée auparavant. Mais ce n'est pas seulement la aisse qui disparaît chez l'animal soumis à l'abstinence : la même chose arrive peu peu aux autres substances solides susceptibles de se dissoudre, de sorte que le ombre des parties organiques que l'affluence continuelle de l'oxygène entraîne dans acte d'oxydation va sans cesse en croissant. Liebig (2) a étudié les connexions ui existent entre la respiration et la formation de la graisse. Il se forme de la

(1) La taupe semble faire, à cet égard, une exception remarquable dans la classe des mammifères. Chez elle, le besoin de manger est si ardent, qu'elle semble dévorée presque sans cesse une faim canine, et qu'elle meurt de faim au bout de très peu de temps, comme l'ont remarqué Geoffroy Saint-Hilaire et Flourens. (*Note du trad.*)

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XLI, 3.

graisse toutes les fois qu'il y a disproportion entre le carbone introduit par les aliments et l'oxygène inspiré. Dans l'état normal, il s'exhale autant de carbone qu'il s'en introduit, de sorte que les combinaisons riches en carbone et privées d'azote n'acquièrent pas la prédominance dans l'économie. Si les aliments riches en carbone deviennent plus abondants, l'état normal ne se maintient qu'autant que le mouvement favorise l'oxydation de ces substances par la respiration, en accroissant proportionnellement l'afflux d'oxygène. Il ne se dépose pas de graisse chez l'Arabe du désert; mais on la voit s'accumuler chez les femmes de l'Orient, qui passent leur vie dans l'inaction, et chez les animaux domestiques qu'on gorge d'aliments, en les privant de mouvement. Les aliments se partagent en deux classes, les azotés et les non azotés. Des expériences, sur lesquelles nous reviendrons ailleurs, prouvent que les aliments non azotés n'entretiennent pas la nutrition quand ils sont seuls, et que les animaux qui n'en prennent pas d'autres meurent exactement d'inanition; mais ils entretiennent la respiration. Liebig désigne donc comme aliments plastiques la fibrine, l'albumine et la caséine végétale, la chair et le sang des animaux, substances à l'égard desquelles il fait voir que toutes ont à peu près la même composition; il range parmi les aliments respiratoires la graisse, l'amidon, la gomme, le sucre, la pectine, la bassorine, le vin, la bière, l'eau-de-vie, qui sont oxydés et expulsés sous forme d'acide carbonique, ou non oxydés et déposés sous forme de graisse (1).

(1) MM. Regnault et Reiset déduisent de leurs recherches les conclusions qui suivent (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXVI, p. 299) :

I. *Pour les animaux à sang chaud, mammifères et oiseaux.*

« 1° Lorsque ces animaux sont soumis à leur régime alimentaire habituel, ils dégagent toujours de l'azote; mais la quantité de ce gaz exhalé est très petite : elle ne s'élève jamais à $\frac{2}{100}$ du poids de l'oxygène total consommé, et, le plus souvent, elle est moindre que $\frac{1}{100}$.

» 2° Lorsque les animaux sont à l'inanition, ils absorbent souvent de l'azote, et la proportion de l'azote absorbé varie entre les mêmes limites que celle de l'azote exhalé dans le cas où les animaux sont soumis à leur régime habituel. L'absorption de l'azote s'est montrée, presque constamment, chez les oiseaux à l'inanition, mais très rarement chez les mammifères.

» 3° Lorsque, après avoir été pendant plusieurs jours à l'inanition, l'animal est soumis à un régime alimentaire très différent de son régime habituel, il absorbe souvent encore de l'azote pendant quelque temps, probablement jusqu'à ce qu'il se soit fait à son nouveau régime; il rentre alors dans le cas général, et dégage de l'azote. Ce fait n'a été constaté que sur des poules qui, après avoir été plusieurs jours à l'inanition, échangeaient leur régime de grain pour un régime de viande seule.

» 4° Lorsque l'animal est souffrant par suite du régime alimentaire auquel il est soumis, ou peut-être par d'autres causes, il absorbe encore de l'azote. Cette absorption d'azote a été constamment observée dans les expériences que nous avons faites sur un canard malade qui mourut peu de temps après.

» Ces alternatives de dégagement et d'absorption d'azote que présente le même animal lorsqu'il est soumis à divers régimes est favorable à l'opinion d'Edwards, qui admet que le dégagement et l'absorption d'azote ont toujours lieu simultanément pendant la respiration, et que l'on n'observe jamais que la résultante de ces deux effets contraires.

» 5° Le rapport entre la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique et la quantité totale d'oxygène consommé paraît dépendre beaucoup plus de la nature des aliments que de la classe à laquelle appartient l'animal. Ce rapport est le plus grand lorsque les animaux se nourrissent de grains, et il dépasse alors souvent l'unité. Quand ils se nourrissent exclusivement de viande, ce rapport est plus faible et varie de 0,62 à 0,80. Avec le régime des légumes, le rapport

Essence de la respiration.

us avons traité, dans les Prolégomènes, de la décomposition continuelle qui npagne la vie animale, et qui est même la cause de la persistance des phéno-s vitaux. Nulle part elle ne se manifeste plus clairement que dans la respiration. est le but de cette consommation incessante que l'animal fait de sa propre

général intermédiaire entre celui que l'on observe avec le régime de la viande et celui que le régime du pain.

' Ce rapport est à peu près constant pour les animaux de même espèce qni sont soumis à imentation parfaitement uniforme, comme cela est facile à réaliser pour les chiens; mais il notablement pour les animaux d'une même espèce, et pour le même animal, soumis au régime, mais dont on ne peut pas régler l'alimentation, comme pour les poules.

• Lorsque les animaux sont à l'inanition, le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide nique et l'oxygène total consommé est, à peu près, le même que celui que l'on observe e même animal soumis au régime de la viande; il est cependant, en général, un peu plus . L'animal, à l'inanition, ne fournit à la respiration que sa propre substance, qui est de la nature que la chair qu'il mange lorsqu'il est soumis au régime de la viande. Tous les ux à sang chaud présentent donc, lorsqu'ils sont à l'inanition, la respiration des animaux rores.

|° Le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé , pour le même animal, depuis 0,62 jusqu'à 1,04, suivant le régime auquel il est soumis. t donc bien loin d'être constant, comme l'ont admis MM. Brunner et Valentin; et ce fait suffit pour démoutrer l'inexactitude de leur théorie.

° Lavoisier avait cherché à prouver que la chaleur dégagée par un animal dans un temps é est précisément égale à celle que produirait, par une combustion vive dans l'oxygène, le ne contenu dans l'acide carbonique produit, et l'hydrogène qui formerait de l'eau avec la n de l'oxygène consommé ne se retrouvant pas dans l'acide carbonique. Cette théorie de aleur animale fut généralement adoptée, et, aujourd'hui encore, elle est professée par un l nombre de savants.

lous ne doutons pas que la chaleur animale ne soit produite, *entièrement*, par les réac-chimiques qui se passent dans l'économie; mais nous pensons que le phénomène est beau-trop complexe pour qu'il soit possible de calculer d'après la quantité d'oxygène con-ée. Les substances qui se brûlent par la respiration sont formées en général de carbone, rogène, d'azote et d'oxygène souvent en proportion considérable; lorsqu'elles se détruisent étement par la respiration, l'oxygène qu'elles renferment contribue à la formation de l'eau 'acide carbonique, et la chaleur qui se dégage alors est nécessairement bien différente de ue produiraient, en se brûlant, le carbone et l'hydrogène, supposés libres. Ces substances détruisent d'ailleurs pas complétement, une portion se transforme en d'autres substances uent des rôles spéciaux dans l'économie animale, ou qui s'échappent, dans les excrétions, t de matières très oxydées (urée, acide urique). Or, dans toutes ces transformations et es assimilations de substances qui ont lieu dans les organes, il y a dégagement ou absorp-le chaleur; mais les phénomènes sont évidemment tellement complexes, qu'il est peu ble que l'on parvienne jamais à les soumettre au calcul.

'est donc par une coïncidence fortuite que les quantités de chaleur dégagées par un animal t trouvées, dans les expériences de Lavoisier, de Dulong et de M. Despretz, à peu près à celles que donneraient, en brûlant, le carbone contenu dans l'acide carbonique pro-et l'hydrogène dont on détermine la quantité par une hypothèse *bien gratuite*, en admet-ne la portion de l'oxygène consommée qui ne se retrouve pas dans l'acide carbonique a transformer cet hydrogène en eau. On ne peut pas s'appuyer sur les données numériques ériences que nous venons de citer, car il n'est pas douteux que les quantités d'acide c ue ont été trouvées beaucoup trop petites. Dans nos expériences, nous trouvons souv

substance ? On peut répondre à cela : La nature des phénomènes vitaux est telle qu'il ne saurait s'établir d'actions qu'autant que le repos des combinaisons exist... vient à être troublé, ou, comme s'exprime Liebig, qu'autant que la matière p... de l'état de repos à celui de mouvement. Ce passage a lieu dans la nutrition...

notamment pour les poules soumises à leur régime habituel du grain, plus d'oxygène ... l'acide carbonique dégagé que nous n'en avons fourni à la respiration. Ce fait seul dém... l'inexactitude de ces hypothèses, et nous dispense de les discuter plus longuement.

» 10° Les quantités d'oxygène consommées par le même animal dans des temps é... varient beaucoup suivant les diverses périodes de la digestion, l'état de mouvement, et ... une foule de circonstances qu'il est impossible de spécifier. Pour les animaux d'une même e... et à égalité de poids, la consommation d'oxygène est plus grande chez les jeunes individu... chez les adultes ; elle est plus grande chez les animaux maigres, mais bien portants, que ... les animaux très gras.

» 11° La consommation d'oxygène faite, dans des temps égaux, par des poids égaux d'... maux appartenant à la même classe, varie beaucoup avec leur grosseur absolue. Ainsi, el... dix fois plus grande chez les petits oiseaux, tels que les moineaux et les verdiers, que d... poules. Comme ces diverses espèces possèdent la même température, et que les plus pe... présentant comparativement une surface beaucoup plus grande à l'air ambiant, éprouvent ... refroidissement plus considérable, il faut que les sources de chaleur agissent plus énergique... et que la respiration soit plus abondante.

» 12° Les animaux à sang chaud ne dégagent, par la perspiration, que des quantités ... ment petites, et presque indéterminables, d'ammoniaque et de gaz sulfurés.

II. *Mammifères hibernants.*

» 13° La respiration des marmottes complétement éveillées et se nourrissant bien ne pré... rien de particulier ; elle est semblable à celle des autres mammifères qui prennent une no... ture semblable ; mais celle des marmottes complétement assoupies est très différente : ... il y a absorption d'azote, et le rapport de la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbo... à celle de l'oxygène consommé est beaucoup plus faible, car il ne s'élève quelquefois qu'à ... Le poids de l'oxygène qui entre dans des combinaisons non gazeuses étant plus grand que ... de l'acide carbonique dégagé ; d'un autre côté, l'animal perdant peu d'eau par la transpi... parce que sa température est très peu supérieure à celle du milieu ambiant ; il en résulte q... *marmotte augmente sensiblement de poids par sa seule respiration.* Mais cette augment... n'est pas indéfinie, parce que, de temps en temps, l'animal rend des urines.

» 14° La consommation d'oxygène par les marmottes engourdies est très faible ; elle ne s'... souvent qu'à $\frac{1}{30}$ de celle qu'exigent les marmottes éveillées ; et il est possible que cette con... mation soit beaucoup plus petite, lorsque ces animaux sont exposés à une température bea... plus basse qu'ils ne l'ont été dans nos expériences.

» 15° Au moment où les marmottes sortent de léthargie, leur respiration devient extrême... active, et, pendant la période de leur réveil, elles consomment beaucoup plus d'oxygène ... lorsqu'elles sont complétement éveillées. Leur température s'élève rapidement, et leurs me... sortent, successivement, de leur engourdissement.

» 16° Les marmottes engourdies peuvent séjourner longtemps, sans en éprouver d'eff... cheux, dans un air pauvre en oxygène qui asphyxie, en quelques instants, une marmotte év... Ces animaux ne paraissent pas pouvoir passer, par leur seule volonté, de l'état de réveil à ... de torpeur.

III. *Animaux à sang froid.*

» 17° La respiration des reptiles consomme, à poids égal, beaucoup moins d'oxy... que celle des animaux à sang chaud ; mais elle ne diffère pas sensiblement de celle d... quant à la nature et aux proportions des gaz absorbés et dégagés. Nos expériences ont d... tantôt une petite absorption d'azote, tantôt un faible dégagement de ce gaz ; mais on ne ... pas en répondre, parce que les déterminations numériques ne peuvent plus se faire av...

'oduction, et c'est l'influence du système nerveux qui le provoque (1). Comme ubstance décomposée ne profite à l'organisme qu'au moment du mouvement, et elle ne tarde pas à retomber dans l'état de repos, parce qu'elle est devenue une nbinaison incapable de servir à l'économie, les matières aptes au mouvement qui ıètrent dans le corps sous forme d'aliments, et en sortent sous celle d'urine et cide carbonique, constituent en quelque sorte un courant continuel de subnces qui ne séjournent qu'un certain temps dans l'organisme, puisque la totalité ı carbone du sang peut être consommée en quelques jours par la respiration, et ii, pendant leur cours à travers l'organisme, sont utiles et indispensables par leur age à l'état de mouvement. Mais l'état de mouvement des combinaisons chiiques n'est autre chose que l'état dans lequel chacune d'elles manifeste son énergie opre; la chaleur qui devient libre et l'électricité peuvent également être considés comme des états de mouvement de la matière. Dans les matières organiques,

ne précision que pour les animaux à sang chaud, à cause de la faiblesse de la respiration des tiles.

18° Les grenouilles auxquelles on a enlevé les poumons continuent à respirer, à peu près c la même activité que lorsqu'elles étaient intactes; elles vivent souvent pendant plusieurs rs, et les proportions des gaz absorbés et dégagés diffèrent peu de celles que l'on remarque les grenouilles intactes. Ce fait semble démontrer que la respiration des grenouilles a lieu ncipalement par la peau. Il serait cependant nécessaire de démontrer ce fait par des expénces directes.

19° La respiration des vers de terre est à peu près semblable à celle des grenouilles, pour uantité d'oxygène consommé à poids égal, et pour le rapport entre l'oxygène contenu dans ide carbonique et l'oxygène total consommé.

20° La respiration des insectes, tels que les hannetons et les vers à soie, est beaucoup plus re que celle des reptiles; elle consomme, à poids égal, à peu près autant d'oxygène que les mmifères sur lesquels nous avons expérimenté. Cette grande consommation d'oxygène est en ort avec la grande quantité de nourriture que prennent ces animaux; et, si leur température 'élève pas davantage au-dessus de celle du milieu ambiant, cela tient à ce qu'ils ont très peu masse, et présentent, en général, une très grande surface et une peau humide à l'action de . Il est d'ailleurs important de remarquer que nous comparons ici la respiration des insectes lle des mammifères, qui ont des masses deux mille à dix mille fois plus considérables, et que s avons reconnu que la respiration des très petits animaux est incomparablement plus active celle des animaux très gros de la même classe.

Un thermomètre, maintenu au milieu d'un grand nombre de hannetons renfermés dans un ı claire-voie, a montré une température supérieure de 2° à celle de l'air ambiant.

IV. *Animaux des diverses classes.*

21° La respiration des animaux des diverses classes dans une atmosphère renfermant deux rois fois plus d'oxygène que l'air normal, ne présente aucune différence avec celle qui s'exé- dans notre atmosphère terrestre. La consommation d'oxygène est la même; le rapport e l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé ne subit pas de ngement sensible; la proportion de gaz azote exhalé est la même; enfin les animaux ne issent pas s'apercevoir qu'ils se trouvent dans une atmosphère différente de leur atmosphère naire.

22° La respiration des animaux, dans une atmosphère où l'hydrogène remplace en grande ie l'azote de notre atmosphère terrestre, diffère aussi très peu de celle qui a lieu dans l'air mal. On remarque seulement une plus grande consommation d'oxygène, ce que nous avons ibué à une plus grande activité que prend la respiration afin de compenser le plus grand oidissement que l'animal éprouve au contact du gaz hydrogène. » É. L.

1) *Loc. cit.*, t. XLI, 2, p. 197.

les états de mouvement qui se manifestent en elles pendant la vie se confondent avec les formes organiques des diverses parties d'organes elles-mêmes. Le but final de la respiration est donc d'exercer sur les combinaisons organiques, par l'influence de l'oxygène, une action qui les mette dans l'état où elles manifestent leurs forces propres.

Dans une autre occasion, en parlant de l'urine, nous avons soulevé, mais sans la résoudre, la question de savoir si l'urée qui existe déjà dans le sang lui-même est formée par la décomposition des substances animales au moyen de la respiration. Or il paraît y avoir réellement une connexion des plus intimes entre la respiration et la formation de l'urée dans le sang; car, quand l'acide carbonique, à la production duquel la fonction respiratoire donne lieu, suffit pour consommer en quelques jours la totalité du carbone contenue dans le sang, les parties constituantes de ce liquide, privées en grande partie de leur carbone, ne peuvent plus être reconnues dans aucune autre combinaison que l'urée et l'acide urique, substances riches en azote, qui s'échappent de l'organisme, et l'équilibre ne peut être rétabli autrement qu'au moyen d'une élimination d'acide carbonique par les poumons, d'urée et d'acide urique par les reins. Nous en avons une preuve frapp chez un animal qui jeûne, par exemple chez les serpents, qui, vivant des m entiers sans nourriture, n'en continuent pas moins d'exhaler de l'acide carbo par les poumons et de l'acide urique par les reins. J'ai vu un *Eryx turci* que je tins plusieurs mois sans qu'il prît d'aliments, et qui peut-être bien avait auparavant passé longtemps dans cet état d'abstinence, rendre de temps en te des excréments d'acide urique. On peut admettre comme une chose extrême vraisemblable que, par l'action de l'oxygène sur l'économie, les matières ani se décomposent peu à peu en acide carbonique et en urée ou acide urique.

Comme, d'après les expériences de Scherer, la fibrine du sang a, dans l'é frais, une grande affinité pour l'oxygène, et produit de l'acide carbonique à dépens, la décomposition doit s'accomplir en grande partie dans le sang lui-mê tant durant son passage à travers les poumons, que pendant le cours de la cir lation; la rapidité de la consommation des substances animales par la respira annonce qu'il en doit être ainsi, car il serait bien difficile que les changem qu'éprouvent ces substances s'accomplissent aussi rapidement dans les parties o niques. L'impulsion que la respiration donne à l'organisme entier paraît donc c sister, du moins jusqu'à un certain point, en ce que les parties organisées du c entier entrent en contact avec le sang, dont l'un des principes constituants, fibrine dissoute, a ses éléments dans l'état de mouvement.

Mais toutes les parties organisées du corps doivent prendre part immédiate au mouvement déterminé par l'oxygène; car toutes ont pour cet élément une nité rendue évidente par un fait bien connu, celui que les parties animales mides se putréfient difficilement lorsqu'on les soustrait à l'influence de l atmosphérique, tandis qu'à l'air elles ne tardent pas à subir la fermentation putr par suite d'une absorption d'oxygène, bientôt suivie d'un dégagement d'acide c bonique. Or le sang tient en dissolution de l'oxygène à l'état de liberté. Et le c flit des parties organiques avec cet oxygène du sang est mis hors de doute par changement de couleur que le liquide sanguin subit dans les vaisseaux capill du corps. Les globules du sang doivent jouer un rôle principal dans ce conf

couleur devient plus foncée chaque fois qu'ils traversent les capillaires du s, et plus claire chaque fois qu'ils parcourent ceux du poumon, ce qui les a considérer pendant longtemps comme le *substratum* du travail de la respira- . Ils annoncent l'attraction exercée par eux sur l'oxygène, non seulement par changement de couleur, mais encore par l'absorption qu'ils font de ce gaz. Le g battu et dépouillé de sa fibrine absorbe de l'oxygène à l'air, et De Maack a ervé, dans l'expérience déjà citée précédemment, que deux volumes et demi de olution d'hématine en absorbaient un et demi d'oxygène. Mais les globules du g paraissent abandonner aisément aussi leur oxygène à d'autres parties organi- s; car ils changent continuellement de couleur par des causes opposées, ils ne aturent pas d'oxygène, et leur affinité pour lui semble se renouveler sans cesse; e se décomposent pas non plus avec rapidité, puisqu'ils ne diffèrent pas dans deux sangs, et qu'ils conservent une certaine indépendance dans la circulation. fibrine du sang, dont les éléments sont déjà à l'état de mouvement, doit agir me un ferment sur les structures organisées du corps entier, et les solliciter à rer dans le même mouvement; elles trouvent, dans le sang et ses globules, l'oxy- e qui est nécessaire pour cela.

l a été dit précédemment que, par l'action de l'oxygène sur l'économie, les ères animales se transforment peu à peu en acide carbonique et en urée, ou cide urique. Cette métamorphose n'a lieu que dans le corps vivant, et l'on ne t l'obtenir en opérant sur du sang tiré de ses réservoirs. A la vérité, ce liquide tinue, même hors du corps, d'absorber de l'oxygène et d'exhaler de l'acide onique, et sa fibrine se distingue par la propriété qu'elle a de subir, au moyen 'oxygène atmosphérique, une décomposition en vertu de laquelle du carbone légagé sous forme d'acide carbonique. Mais ce qui se passe alors diffère totale- t du changement que la respiration fait subir au sang. La fibrine humide, nd on l'expose à l'air, se putréfie promptement, en s'oxydant et dégageant de de carbonique; au bout de quelques jours, elle exhale déjà une odeur de fro- e, et, le huitième jour, la putréfaction, accompagnée d'un dégagement d'am- iaque, a fait de grands progrès. La portion décomposée de cette fibrine forme iquide trouble, qui tient en dissolution beaucoup d'albumine, séparable par la eur, mais dans lequel on ne découvre aucune trace d'urée. Ainsi, en s'oxy- , la fibrine subit une décomposition telle que son carbone se convertit en carbonique, son hydrogène et son azote en ammoniaque: dans la respira- , au contraire, le carbone de la matière organique est bien enlevé par oxyda- , mais l'hydrogène et l'azote qui restent après cette extraction, au lieu de er ensemble une combinaison volatile, s'unissent avec de l'oxygène et avec portion du carbone pour donner naissance à de l'urée. L'urée peut être fabri- de toutes pièces avec de l'acide cyanique et de l'ammoniaque liquide; mais de cyanique lui-même se décompose en acide carbonique et en ammoniaque, nd il est à l'état aqueux. Ainsi, dans l'acte de la respiration, la nature sait r la combinaison azotée qui s'effectue lors de l'oxydation artificielle des ma- s animales, et qui est la cause de l'odeur putride, et la combinaison azotée elle détermine alors la formation est de celles que l'art ne produit jamais nd il oxyde à l'état humide les substances qui existent dans le sang.

i le sang pouvait être oxydé hors du corps vivant et à l'état humide, d'une

manière telle qu'il ne se formât que de l'acide carbonique, et qu'on évitât duction de la combinaison azotée volatile, l'ammoniaque, ou, en d'autres t la formation putride, alors on parviendrait à imiter la respiration et probab aussi à obtenir de l'urée artificielle. Mais c'est ce qu'on n'a pu faire jus attendu que les corps qui abandonnent facilement leur oxygène, comme le oxydes, en particulier le suroxyde de plomb et l'eau oxygénée, n'agissent p siblement sur la fibrine ou sur le sang : quoique l'eau oxygénée soit décom par la fibrine, avec dégagement de gaz oxygène, la fibrine elle-même ne point par là de décomposition, et il ne se produit pas d'acide carbonique. Q au dégagement d'acide carbonique que le gaz oxygène fait naître dans le sang on ne peut point y avoir égard ici, puisque l'acide existe tout formé dans le d'où il est expulsé avec tout autant de facilité par d'autres gaz, tels que l'hy gène et l'azote.

Les causes qui déterminent, dans le corps vivant, la décomposition ticulière de la fibrine et d'autres matières animales en acide carbonique et en sont évidemment les organes vivants, et non pas un seul d'entre eux, le pou puisque les grenouilles auxquelles on a enlevé les poumons survivent encore heures, au moyen de la respiration par la peau, tandis qu'elles périssent pro ment dans l'huile. Les poumons et la peau ne sont que les surfaces par lesq l'oxygène pénètre dans les corps vivants et l'acide carbonique s'en exhale. Ce y a de particulier dans le travail chimique ne dépend pas uniquement, ain nous l'avons vu, des matières animales du sang : ces matières, comme la fi ont bien, même à l'état de mort, une grande affinité pour l'oxygène ; mais affinité ne suffit pas, et il est extrêmement probable que les cellules vivan sang, ou les globules sanguins, jouent un rôle essentiel dans la productio régularisation des combinaisons chimiques, ou qu'elles engendrent elles-m pendant leur conflit avec tous les organes qu'elles traversent, les combin azotées dont la sécrétion rénale procure l'élimination.

La comparaison qu'on a faite entre la respiration et la combustion est à exacte et inexacte. Les caractères par lesquels la respiration ressemble à la bustion lui sont communs aussi avec la putréfaction. Mais la putréfactio combustion diffèrent autant de la respiration qu'elles diffèrent l'une de l Dans la combustion, l'oxygène détermine, à la faveur d'une haute tempé des décompositions et des combinaisons qui n'auraient pas lieu sans le co d'une chaleur élevée. La combustion, la respiration, la fermentation et la faction n'ont de commun ensemble que la forme sous laquelle se dégage carbonique.

CHAPITRE V.

Des mouvements et des nerfs de la respiration.

Mouvements respiratoires.

L'inspiration et l'expiration ont lieu chez l'homme et les mammifères, par pliation et le resserrement de la cavité pectorale. Dès que les parois thora

artent, ce qui produit l'agrandissement de la poitrine, l'air pénètre dans la chée-artère et ses ramifications, jusqu'aux cellules pulmonaires, qui se distent proportionnellement à la dilatation de la poitrine, en sorte que la surface poumon se trouve toujours en contact immédiat avec les parois de cette dere. Ce phénomène ne peut avoir lieu qu'autant que la poitrine est close de toutes rts, et que le poumon n'est pas soumis à une pression atmosphérique extérieure ant équilibre à celle que l'air exerce dans la trachée. Mais, dans les plaies pérantes de poitrine, il n'y a plus possibilité de faire une pleine inspiration, parce l'air du dehors agit sur le poumon et contrebalance l'effet produit par celui pèse sur la surface interne des ramifications bronchiales. Le poumon reste alors ssé, quand bien même les parois du thorax s'élargiraient.

e diaphragme est l'organe qui contribue spécialement à agrandir la poitrine l'inspiration. Quand ce muscle n'agit pas, il représente une voûte dont la vexité est tournée en haut. Lorsqu'il se contracte, il s'aplatit, et par là démine l'agrandissement de la poitrine, en même temps qu'il refoule les viscères ominaux. La pression qu'il exerce sur ces viscères les oblige de se porter en t, ce qui explique pourquoi le ventre semble acquérir plus de capacité pent l'inspiration.

Dès que le diaphragme cesse d'agir, les viscères abdominaux se reportent en ière, et le ventre s'affaisse. Dans l'inspiration tranquille, c'est en grande partie iaphragme qui opère à lui seul l'ampliation de la poitrine. L'agrandissement ral de cette dernière est principalement l'effet des muscles intercostaux; mais scalènes, les élévateurs des côtes, les dentelés postérieurs supérieurs, et, en éral, les muscles insérés au thorax y contribuent aussi.

Quand la respiration se fait tranquillement, l'expiration peut être le résultat simple collapsus, de la réaction des parties précédemment distendues, qui, leur élasticité, tendent à reprendre leur situation primitive. Au fait, la respi calme semble moins consister en des contractions alternatives de muscles gonistes, qu'en une succession de mouvements inspirateurs périodiques. Il vrai cependant que les muscles expirateurs y concourent par l'action modérée tous les organes musculaires exercent, alors même qu'ils n'accomplissent pas contractions proprement dites. Du moins, est-il certain que l'expiration se d'elle-même, dès que l'inspiration cesse. Quand elle est plus forte, les muscles rateurs agissent avec plus d'énergie : leur action devient même spasmodique nd le poumon ou le larynx est le siège d'une irritation ; c'est alors qu'on observe ux.

Les muscles expirateurs sont ceux qui abaissent les côtes, compriment l'abdon, font remonter les viscères vers le diaphragme détendu, et rétrécissent ainsi oitrine de bas en haut, savoir, les droits, les obliques et les transverses du bastre, les triangulaires du sternum, les carrés des lombes, les dentelés postérieurs rieurs, les sacro-lombaires et les longs du dos.

L'expiration est aidée par l'élasticité des voies aériennes, après que l'air a cessé les distendre, et par la contraction des fibres musculaires comprises dans leurs rois.

La glotte est dilatée pendant l'inspiration et contractée pendant l'expiration. La me chose arrive aux ramifications des bronches. L'air entre et sort ou par la

bouche ou par le nez. Dans la respiration par le nez, l'application de la langue palais ou la clôture des lèvres empêche l'air de sortir par la bouche. Dans celle la bouche, le voile du palais est relevé, et l'air sort par la voie la plus large.

Chez les oiseaux, l'air inspiré pénètre, non seulement dans les poumons, m encore dans les grandes cellules. Il n'y a plus ici de diaphragme complet, m seulement quelques languettes musculaires qui montent de l'angle postérieur d troisième, quatrième et cinquième côtes à une membrane fibreuse occupant la f inférieure des poumons. L'ampliation de la poitrine dilate les grandes cellules qui communiquent avec les poumons, de sorte que l'air est obligé de se précipiter d ces derniers. Il est ensuite chassé, et des cellules, et des poumons, par l'acti des muscles abdominaux.

Les chéloniens, dont les côtes sont soudées ensemble et immobiles, et les rep nus, qui n'ont pas de véritables côtes, ne respirent qu'en avalant l'air. Les g nouilles ferment la bouche, et dilatent la cavité orale, d'où résulte un vide qu cupe aussitôt l'air qui pénètre par les narines; elles ferment alors le phary et, par l'action de leur larynx, obligent l'air à pénétrer dans les poumons, à vers la glotte, car un mécanisme particulier, qui sert à clore les narines, ne permet pas de s'échapper par là; il est ensuite expulsé en partie par les mus abdominaux, en partie par l'élasticité des poumons. Dès que les grenouilles peuvent plus fermer la bouche, il leur devient impossible de respirer. Chez tortues, l'expiration s'opère par la contraction des muscles abdominaux entr plastron et les membres postérieurs. Les reptiles pourvus de côtes mobiles re rent au moyen de l'ampliation et du resserrement de la cavité de leur corps ces os (1).

L'hypothèse de la coopération des poumons aux mouvements respiratoires a tantôt admise et tantôt rejetée dès les temps les plus anciens. On compte parmi partisans : Averrhoes, Riolan, Plater, Sennert, Brémond (2) ; parmi ceux qui repoussent : T. Bartholin, Diemerbrœck, Mayow et Haller (3). Les premi voyaient que, chez les animaux auxquels on avait ouvert la poitrine, les poum ne s'affaissaient pas toujours, et que, dans quelques cas, ils continuaient de se m voir, quoique les muscles pectoraux n'agissent plus. Flormann et Rudolphi (parmi les modernes, se sont déclarés en faveur de cette hypothèse. Flormann les poumons d'un chien noyé continuer de se mouvoir, même après la divi du diaphragme; Rudolphi a été témoin du même phénomène chez un c étranglé, après l'enlèvement du sternum et la section du diaphragme et des mus intercostaux. Ces mouvements des poumons avaient déjà été attribués aux ébra ments de la cage thoracique; mais ils peuvent aussi dépendre des contractions cœur et de celles des veines pulmonaires. Haller n'a jamais rien observé de s blable : il a toujours vu les poumons affaissés sur eux-mêmes après l'ouvert complète de la cavité pectorale. Je n'ai pas été plus heureux que lui, et je sume qu'il s'est glissé quelque illusion dans les observations faites par des hom

(1) *Voy.* pour les mouvements respiratoires des poissons et leur mécanisme, Cuvier, *A comp.*, t. IV, p. 371. — Flourens, dans *Mémoires d'anat. et de phys. comp.*, Paris, 1844, p

(2) *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1739.

(3) Haller, *Elém. physiol.*, t. III, l. 8, p. 226.

(4) *Anat. physiol. Abhandlungen*, p. 111.

si distingués que Flormann et Rudolphi. Du reste, l'exposition des contro-ses qu'a fait naître ce point de physiologie n'a qu'un intérêt purement histo-ue. Les arguments pour et contre se répètent sans cesse, et l'on est finalement igé de s'en rapporter au témoignage de ses propres yeux, qui, du moins en ce i me concerne, n'est point favorable à l'hypothèse. Tiedemann a vu des mou-ments dans l'organe respiratoire des holothuries. Treviranus en avait égale-nt observé dans les poumons des grenouilles, après l'application de la teinture pium et de l'extrait de belladone; mais, une fois que la glotte des grenouilles ouverte, leurs poumons s'affaissent, et l'on ne peut plus y provoquer de con-ctions (1).

Quant à la contractilité de la trachée-artère et de ses ramifications, elle ne sau-être mise en doute. On pourrait même présumer qu'elle eut part au phéno-ne observé par Houstoun, Brémond, Flormann et Rudolphi. Les anatomistes naissent les fibres musculaires transversales qui existent à la face postérieure de rachée-artère et aux bronches (2) : Reisseisen assure en avoir aperçu à la loupe des bronches tellement déliées, qu'on n'y distinguait plus de cartilages.

Krimer (3) est le seul, jusqu'ici, qui ait vu les fibres de la trachée-artère se tracter par l'action des stimulants. Wedemeyer, dont les expériences ont été tes sur un chien et sur un cochon d'Inde, n'a effectivement pas observé de con-ctions, à la suite d'irritations, tant mécaniques que galvaniques, dans aucun int de l'étendue de la trachée-artère, soit que la membrane muqueuse eût été levée, soit qu'elle fût restée en place; mais les ramifications bronchiques de is quarts de ligne à une ligne de diamètre se resserrèrent peu à peu jusqu'à facement presque complet de leur cavité. Wedemeyer, ayant dépouillé la tra-e-artère d'un chien vivant de son tissu cellulaire, dans une étendue de deux ces, excisa un lambeau de la paroi antérieure; les irritations mécaniques et vaniques, portées sur la paroi postérieure, ne provoquèrent aucune contrac-. L'expérimentateur se hâta alors d'ouvrir la poitrine, d'enlever les poumons, leurs bronches, et d'y pratiquer plusieurs sections : les troncs des bronches ne nèrent aucun signe de contractilité. Wedemeyer crut bien voir le galvanisme erminer une constriction dans les ramifications dont le diamètre était d'environ e ligne; mais le phénomène s'opéra d'une manière très lente. Varnier avait déjà t des observations semblables à ces dernières.

Un mouvement rhythmique de la trachée-artère accompagnant la respiration, qui pourrait, dans ce cas, être volontaire, serait un fait totalement isolé. Le al cholédoque exécute bien aussi des contractions rhythmiques; mais ces mou-ments sont soustraits à l'empire de la volonté, tandis que ceux de la trachée-ère, coïncidant avec les autres mouvements respiratoires, devraient être volon-es, comme ces derniers. Or il est fort peu vraisemblable que l'influence de la nté s'étende jusqu'aux branches du conduit excréteur d'un viscère. Il se pour-que la contractilité dont jouissent continuellement les fibres bronchiques dé-minât un resserrement rhythmique, lorsque la distension inséparable de l'inspi-

(1) *Comp.* sur ce sujet LUND, *Vivisectionen*, p. 243-250.

(2) REISSEISEN, *De fabrica pulmonum.* Berlin, 1822.

(3) *Untersuchungen ueber die næchste Ursache des Hustens.* Leipzick, 1819.

ration viendrait à cesser ; mais il serait possible aussi que le phénomène à la seule élasticité, car les bronches et leurs ramifications sont pourvues de longitudinales jaunes et élastiques.

Chez les oiseaux, la trachée-artère est réellement susceptible de se rac d'une manière volontaire par l'action de muscles particuliers, appelés ster chéens et hypsilo-trachéens, comme aussi, chez beaucoup d'animaux de cette par celle d'autres muscles spéciaux qui appartiennent au larynx inféri servent au chant. Il est digne d'intérêt que les premiers de ces muscl pourvus par un nerf particulier, une seconde branche descendante de l'hypo qui descend presque jusqu'au larynx inférieur, et qui (chez le dindon), tribue aux muscles sterno et hypsilo-trachéens, tandis que le nerf récurre tiné en grande partie à l'œsophage, n'envoie à la rencontre de cette b qu'un rameau trachéal proportionnellement très-court.

Chez l'homme, l'ampliation des bronches, le raccourcissement de la tr artère pendant l'inspiration, que quelques personnes ont observé, et l'allong de ce tube dans l'expiration, paraissent être tout simplement une conséq mécanique de la dilatation et du resserrement de la poitrine. Le larynx lui- s'abaisse un peu dans les inspirations profondes, et remonte pendant l'expir

Influence des nerfs sur la respiration.

Les mouvements respiratoires sont très compliqués, et entrent dans le d'action de nerfs tout différents : cependant la source de l'activité dont jou ces nerfs est la même pour tous. Les mouvements respiratoires sont :

1° Des mouvements de la face, qui d'ailleurs ont rarement un caractère r mique, comme le soulèvement et l'abaissement des ailes du nez, et les effo plusieurs muscles faciaux. Ces mouvements ont lieu dans les actes viol involontaires de respiration, et même dans les cas de débilité extrême. I pendent du nerf facial, que Charles Bell appelle le nerf respiratoire de la f

2° La dilatation de la glotte pendant l'inspiration, et son resserrement pe l'expiration. Ce mouvement est sous la dépendance du nerf de la paire vag de l'accessoire), notamment des deux nerfs laryngés, le supérieur et l'inféri récurrent.

3° La dilatation de la poitrine dans l'inspiration : nerfs rachidiens.

4° La contraction du diaphragme dans l'inspiration : nerf diaphragmatiqu

5° Enfin, la contraction des muscles abdominaux dans l'expiration : ner chidiens.

Ainsi le système des nerfs respiratoires comprend le facial, la paire vagu cessoire, et beaucoup de nerfs rachidiens qui se répandent dans les mus tronc.

Chacun de ces nerfs a son centre d'action à part, et les fonctions de l'u vent cesser sans qu'il en arrive autant à celles de l'autre. La section de d'eux supprime la part qu'il prend à la respiration. Mais la destruction moelle allongée abolit tous les mouvements respiratoires à la fois, même l des nerfs qui naissent de la moelle épinière. Celle-ci joue pour ainsi dire, en à la source des mouvements respiratoires, le rôle de tronc des nerfs qui én

e. Lorsqu'on la coupe au-dessus du point de départ des nerfs dorsaux, les uvements des muscles des côtes et du bas-ventre sont supprimés, mais les es persistent. Quand on la coupe au-dessus du nerf phrénique, le diaphragme ent inactif aussi, tandis que les nerfs qui proviennent de la moelle allongée -même continuent d'exercer leur action. Les nerfs situés au-dessous de la on sont bien encore aptes à exciter le mouvement lorsqu'ils viennent à être és ; mais ils ne peuvent plus recevoir aucune détermination de la source comne de tous les mouvements simultanés, volontaires et involontaires, par le cours desquels s'accomplit la respiration. Une lésion de la moelle allongée prime tous les mouvements respiratoires, tant ceux du tronc que ceux qui dédent de la paire vague.

C'est Legallois qui a démontré cette connexion entre la moelle allongée et la piration. Il a prouvé qu'aucune autre partie du cerveau n'est la source des uvements respiratoires, et que, quand on enlève le cerveau d'un animal, tranche tranche, d'avant en arrière, ces mouvements cessent tous à la fois dès qu'on tint la moelle allongée, à l'endroit d'où sortent les nerfs de la paire vague : si la moelle allongée est-elle en quelque sorte la partie la plus vulnérable de ncéphale, celle du moins dont les lésions entraînent les suites les plus dangeuses. Une lésion de la moelle épinière au-dessous du quatrième nerf cervical, i n'intéresse pas l'origine du nerf phrénique, ne supprime pas non plus la resation. Un enfant anencéphale respire et crie en venant au monde, pourvu que moelle allongée existe chez lui (1).

La lésion de la paire vague au cou paralyse les branches qui naissent au-dessous ce point, par conséquent le nerf récurrent. La conséquence est que l'animal la voix, et qu'il lui devient difficile d'ouvrir la glotte. Cependant la voix re- au bout de quelques jours, parce que les muscles du larynx sont pourvus à is par les deux nerfs laryngés, le supérieur et l'inférieur. Après la section du f laryngé supérieur et du nerf récurrent des deux côtés, le larynx est complétent paralysé (2). Magendie avait prétendu que le nerf laryngé inférieur se

(1) C. Bell, *Exposition du système naturel des nerfs du corps humain*. Paris, 1825.— *Comp.* ller's *Archiv*, 1834, p. 168.

(2) Quand il sera question du système nerveux, nous reviendrons sur les assertions contenues s ce paragraphe. Ici, cependant, nous devons présenter quelques remarques. Longet dit avec n que, pour bien apprécier les effets de la section des nerfs vagues sur les organes respira- s, il faut connaître ceux de la section des nerfs laryngés. Le laryngé supérieur n'influence x qu'à l'aide des filets qu'il fournit aux crico-thyroïdiens, muscles tenseurs des cordes les. La section de ce nerf ne compromet pas la respiration, et n'apporte aucun obstacle à oduction de l'air dans les voies respiratoires, parce que les muscles crico-aryténoïdiens pos- rs, qu'anime le récurrent, et qui paraissent être les seuls muscles respiratoires du larynx, t continuer à dilater la glotte lors de chaque inspiration. L'opération n'entraîne qu'une tion de la voix, qui devient rauque. Quant au nerf laryngé inférieur, Longet a reconnu distribue à la fois aux muscles constricteurs et aux muscles dilatateurs de la glotte, de u'il est inexact de dire que l'occlusion de la glotte, qui suit, dans certains cas, la section erfs, soit due aux muscles constricteurs, qui conserveraient encore leur action. Les s qu'il a constatées dans la configuration de la glotte suivant l'âge des animaux lui expliquer les effets différents qui, par rapport à la respiration, résultent de la section rents. Ainsi, dit-il, les vieux animaux survivent à cette section, parce que, chez eux, arrière de la glotte proprement dite, dans l'espace inter-aryténoïdien, une ouverture

rend seulement aux muscles qui dilatent la glotte, et que le supérieur est desti à ceux qui la resserrent ; mais les recherches de Schlemm et autres expérim tateurs n'ont pas confirmé cette assertion : les deux nerfs se distribuent aux deu ordres de muscles. S'il y a une différence entre leurs fonctions, elle ne tient ce tainement qu'à ce que le nerf récurrent, dont le trajet est si remarquable, et qui a des anastomoses avec le grand sympathique et le plexus cardiaque, contient no seulement des fibres de la paire vague, nerf moteur soumis à l'empire de la vo lonté, mais encore beaucoup de fibres du grand sympathique. D'autres branch profondes de la paire vague, qui s'anastomosent souvent avec le grand sympathiq ne peuvent plus servir de conducteur à la volonté déterminative de mouvem telles sont celles de l'œsophage et de l'estomac.

Il suffit de contempler un homme fortement excité pour acquérir la convic que les mouvements dépendants de la respiration s'étendent presque par tout corps ; car on en observe alors au ventre, à la poitrine, au cou et à la face. présume qu'il y a, dans la moelle allongée et la moelle épinière, un système p ticulier de fibres qui président aux effets simultanés et concordants des nerfs r piratoires. Tous les nerfs respiratoires servent aussi à l'expression des passi

Le système respiratoire de mouvements et de nerfs est fort souvent att d'état morbide, soit dans la totalité, soit dans quelques parties seulement de sphère d'action. L'asthme est un exemple d'affection convulsive du système tier des nerfs respiratoires. Mais une circonstance à laquelle Bell n'a point attention, et qui me paraît répandre beaucoup de lumière sur un grand nom de phénomènes, c'est que ce système peut être sollicité à provoquer des mou ments convulsifs par l'irritation de toutes les parties qui sont munies de m branes muqueuses. L'irritation de la membrane pituitaire détermine l'éternu celle du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac, de l'intestin, met en jeu les di mouvements respiratoires d'où résulte le vomissement ; celle de la vessie et matrice donne l'impulsion à l'ensemble des mouvements respiratoires qui acc plissent la défécation involontaire, l'émission de l'urine et l'expulsion du pro de la conception. L'irritation de la membrane muqueuse du larynx, de la trac

béante, à bords curvilignes et résistants (*glotte respiratoire*), qui permet encore l'entré sortie de l'air, malgré la paralysie du larynx ; mais, chez les jeunes animaux, une sem disposition n'existant pas, la paralysie qui résulte de la section des récurrents amène l'occ de la glotte *dans toute son étendue*, et par conséquent la mort immédiate par suffocatio reste, Longet signale un fait digne d'intérêt, qu'il a observé chez les animaux soumis à l'e des nerfs laryngés inférieurs : c'est l'accroissement numérique des inspirations dans un t donné. Ainsi, le nombre des inspirations, qui, chez un chien adulte, est de 18 à 20 par m s'élève, après l'opération, à une moyenne de 30 à 32, tandis que, chez les chiens âgés d près de trois mois, qui, dans une minute, respirent 22 à 25 fois, on peut compter jusqu'à 4 spirations. Le lapin adulte, qui fait de 60 à 70 inspirations dans le temps indiqué, peut en jusqu'à 100 et même 108. C'est encore par le rétrécissement de la glotte que Longet ex ce résultat, car les dimensions de cette ouverture ayant diminué de moitié, par exemple, clair que, pour établir une compensation, le nombre des inspirations devra devenir moitié considérable. En éliminant tous les cas dans lesquels la glotte s'est immédiatement rétrécie, pour gêner en peu de jours l'hématose, Longet dit qu'en particulier les chiens *adultes* ne point assez incommodés de la section des récurrents pour en périr. Il en a conservé pe cinq semaines qui ont joui d'une bonne santé, et chez lesquels, après les avoir tués, il a tr les poumons parfaitement perméables et exempts de toute trace d'engouement. (*Note du tra*

·re et des poumons, ou même un simple prurit dans les trompes d'Eustache, voque la toux.

Tous ces mouvements, toux, vomissement, défécation spasmodique et involon-e, mixtion involontaire avec strangurie, s'accomplissent avec le secours des uvements respiratoires. L'irritation locale a pour point de départ la membrane queuse des viscères, et va exercer son action sur les branches du grand sym-hique que ces viscères reçoivent ; elle agit aussi, à l'estomac, au pharynx, au ynx, aux poumons, sur celles de la paire vague, au nez sur la branche nasale trijumeau, et se réfléchit sur la source des mouvements respiratoires dans la elle allongée et la moelle épinière, de laquelle partent alors les groupes de mou-ments respiratoires qui donnent lieu au vomissement, à la toux, à l'éternu-ent, etc. L'irritation des ramifications de la branche nasale du trijumeau dans nez produit l'éternument, alors même qu'elle est secondaire, comme, par emple, quand la lumière du soleil agit sur le nerf optique, et celui-ci sur le rveau, qui détermine ensuite une irritation secondaire des nerfs nasaux et des erfs respiratoires simultanément. Beaucoup de personnes éternuent dès que leurs eux sont frappés par les rayons du soleil. L'irritation de la paire vague seule dans larynx, la trachée-artère, les poumons, amène la toux ; celle du glosso-pharyn-en et de la branche pharyngienne de la paire vague dans le pharynx, et celle de la ire vague dans l'estomac, donnent lieu au vomissement.

Parcourons l'un après l'autre les divers groupes de ces mouvements respira-ires sympathiques.

Tous les mouvements respiratoires sont susceptibles de s'exécuter isolément ; il ur arrive quelquefois aussi de se grouper autrement qu'ils ne le sont en général ns l'acte de la respiration.

La contraction du diaphragme, accompagnée des mouvements respiratoires qui terminent l'expiration, a lieu, volontairement ou involontairement, toutes les s qu'un corps vient à être expulsé violemment d'une partie quelconque de la vité abdominale. Par exemple, volontairement dans la défécation et la mixtion inaires ; involontairement dans le vomissement, la parturition, la sortie involontaire des excréments à la suite d'une rétention trop prolongée, l'émission invo-ntaire de l'urine après que ce liquide a été retenu pendant trop longtemps. Le rynx, l'estomac, le rectum, la vessie, la matrice, ont, par leurs nerfs, des nexions telles avec les nerfs cérébraux et rachidiens, que toute irritation lente éprouvée par un quelconque de ces organes, non seulement le termine lui-même à se contracter, mais encore sollicite le diaphragme et les scles abdominaux à entrer en contraction, afin d'expulser la cause irritante par haut ou par le bas. Cet effet tient à ce que l'irritation se réfléchit des branches e la paire vague envoie au pharynx et à l'estomac sur le cerveau, des branches npathiques de l'estomac sur le système sympathique, le cerveau et la moelle nière, enfin des nerfs du rectum, de la matrice et de la vessie, dont les uns viennent du grand sympathique, et les autres sont des branches des nerfs sacrés, la moelle épinière. Dans tous ces mouvements, qui tendent à expulser un corps lconque par le haut ou par le bas, la glotte se ferme pendant quelque temps.

J'ai fait une observation fort instructive, quant au mode d'origine du vomisse-nt, c'est que, quand on ouvre la cavité abdominale chez un lapin, qu'on met à

découvert le nerf splanchnique gauche, situé au côté interne de la capsule surré-nale, et qu'on tiraille ce nerf avec une aiguille, des mouvements convulsifs ont souvent lieu dans les muscles du bas-ventre. Je n'ai pas retrouvé ce phénomène chez les chiens.

Dans la toux, l'irritation que le nerf vague éprouve au larynx, à la trachée-artère, au poumon, se propage à la moelle allongée. Celle-ci provoque par là une contraction de la glotte avec mouvements expiratoires spasmodiques des muscles de la poitrine et du bas-ventre, mouvements à chacun desquels la glotte s'ouvre un peu, et du bruit se fait entendre. Le diaphragme n'a rien à démêler avec la toux, sinon que parfois celle-ci est précédée d'une inspiration plus profonde. Suivant Krimer et Brachet (1), quand le nerf de la paire vague a été coupé des deux côtés, on ne peut plus provoquer la toux en irritant, même violemment, la face interne de la trachée-artère (2). Krimer assure que la toux peut encore être provoquée après la section du grand sympathique au cou (3).

Il nous est possible d'empêcher l'entrée dans le larynx, non seulement en fermant la glotte, mais encore, comme l'a découvert Dzondi, en rapprochant l'un de l'autre les piliers postérieurs du voile du palais, et appuyant la partie postérieure de la langue sur le plan incliné qui résulte de là. Ce mouvement a toujours lieu avant l'éternument. C'est lui qui distingue l'éternument de la toux, dans laquelle, avant l'explosion, il n'y a qu'occlusion de la glotte, sans contraction simultanée des muscles du voile palatin.

L'éternument est une contraction brusque et violente des muscles expirateurs à la suite de l'occlusion des voies aériennes en avant. Au moment de la violente expiration, cette occlusion fait place à l'ouverture soudaine de la bouche et du nez à la fois, ou du nez seul. Le diaphragme ne sert à rien dans l'éternument, quoique beaucoup d'auteurs anciens et modernes, adoptant la croyance populaire, lui fassent jouer un rôle dans cet acte; ce n'est pas un muscle expirateur, et il n'agit que dans la profonde inspiration qui précède l'éternument.

Les sympathies nerveuses qu'on a imaginées pour expliquer l'éternument sont inutiles et même impossibles. Dans la fausse supposition que cet acte est accompli par le diaphragme, on admet que l'irritation des nerfs du nez se propage à la branche profonde du nerf vidien et au grand sympathique, puis de là aux nerfs cervicaux et au nerf phrénique. Comme ce n'est pas le diaphragme, mais les muscles expirateurs qui opèrent l'éternument à la suite de l'occlusion du canal de la bouche et du nez, le plus simple est de raisonner d'après l'analogie des mouvements sympathiques que la lumière excite dans l'iris, et d'admettre la moelle allongée elle-même comme intermédiaire entre les branches nasales du nerf trijumeau, d'une part, les muscles

(1) *Recherches sur les fonctions du système nerveux*. Paris, 1837, in-8.

(2) Cette observation a été faite aussi par Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, tom. II, p. 289). Après avoir versé, dit-il, quelques gouttes d'eau dans la trachée-artère d'un chien, qui provoque une toux convulsive, lui divise-t-on au cou les deux pneumo-gastriques, et si alors remplace-t-on l'eau par un acide violent, l'animal ne tousse plus et n'éprouve aucune sensation douloureuse de la cautérisation de sa muqueuse respiratoire. (*Note du trad.*)

(3) Ce qui n'est pas surprenant, puisque, comme l'a établi expérimentalement Longet, la sensibilité assez vive dont jouit la muqueuse qui tapisse les voies respiratoires est exclusivement confiée aux nerfs de la huitième paire. (*Note du trad.*)

irateurs et ceux du voile palatin, d'autre part; en effet, il est bien clair que la ière n'agit sur les nerfs ciliaires ni d'une manière directe, ni par l'intermédiaire la rétine. Les sympathies d'un grand nombre de nerfs avec une irritation locale le moyen du cerveau et de la moelle épinière, sont rendues très faciles à concoir par les phénomènes qui succèdent à la narcotisation d'un animal, dont il fit ensuite de toucher légèrement la peau pour déterminer des spasmes tétaniques éraux.

Le bâillement est une inspiration lente et profonde, suivie d'expiration lente, et quelle participent les muscles respiratoires de la face qui dépendent du nerf ial. La bouche est largement ouverte, mouvement que dirige aussi le nerf facial, le moyen du muscle digastrique. Le bâillement a lieu d'ordinaire à la suite des igues; il arrive fréquemment surtout chez les personnes dont le système nerveux irrité et affaibli, chez celles qui ont envie de dormir, et au début d'une fièvre. a prétendu qu'il provenait d'obstacles à la petite circulation : cette supposition e paraît absolument fausse.

Rire et pleurer sont aussi des actes qui s'accompagnent d'affection des nerfs resratoires à la face et au tronc.

Le hoquet est une véritable affection du diaphragme, une inspiration abrupte roduite par la seule action de ce muscle, au moment de la contraction duquel il rive quelquefois que la glotte soit fermée. Le hoquet est causé la plupart du temps ar une compression exercée sur le pharynx ou l'œsophage lorsqu'on avale de trop rosses bouchées, ou par une succession trop rapide d'actes de déglutition; fréquemment, c'est un signe d'affection nerveuse. Krimer prétend qu'on peut le proire, chez les animaux, en irritant et comprimant le cardia.

Tous les mouvements respiratoires s'exécutent involontairement, et cependant obéissent jusqu'à un certain point aux ordres de la volonté. Ils ont lieu pendant sommeil, sans que nous le sachions, et en observant un rhythme constant; tantôt sont de simples inspirations périodiques, dans les intervalles desquelles les parties resserrent en vertu de leur élasticité, tantôt aussi ce sont des mouvements alterifs d'inspiration et d'expiration. Quand les poumons sont détruits ou remplis de outre mesure, le sujet est forcé de respirer beaucoup moins dans un laps de ps donné, et les mouvements respiratoires s'accélèrent alors d'une manière portionnelle. Les mouvements respiratoires sont soumis à la volonté, en ce sens nous sommes libres, mais dans certaines limites seulement, de raccourcir, longer, de retarder, d'avancer l'inspiration et l'expiration, et que nous pouvons rer nos mouvements respiratoires à tel ou tel groupe de muscles : par exemple, pirer tantôt avec les parois de la poitrine, tantôt avec le diaphragme, ou avec tous x à la fois. Nous exerçons cette volonté comme dans presque tous les mouvets qui dépendent de nerfs cérébraux et rachidiens, et elle dure aussi longtemps les nerfs correspondants conservent des connexions avec le cerveau et la moelle ière. Les mouvements respiratoires manquent chez le fœtus jusqu'après la ance. Pendant la vie intra-utérine, la trachée-artère et le larynx sont dans un t d'insensibilité; car les eaux de l'amnios y pénètrent, d'après les observations de Béclard, tandis que, chez l'adulte, la moindre goutte de liquide qui franchit la glotte provoque des mouvements violents. Nous traiterons des causes de la première respiration lorsqu'il sera question des mouvements volontaires.

Legallois a reconnu que la section des deux nerfs récurrents est souvent mo[rtelle] chez les jeunes animaux : elle ne l'est point chez les animaux adultes. Celle [d'un] seul nerf de la huitième paire n'est pas mortelle; mais celle des deux nerfs ent[raîne] toujours la mort, qui survient dans l'espace de quelques jours. Les causes [de la] mort après cette opération ont occupé les physiologistes, depuis Rufus d'Ephè[se et] Galien jusqu'à nos jours; et, quoique les modernes aient apporté plus de so[in à] l'expérience, nous sommes toujours hors d'état de dire quelle est la soustract[ion] en vertu de laquelle la lésion devient mortelle. Les mouvements respirato[ires] en sont indépendants pour la plus grande partie; à la vérité, elle entraîne [une] demi-paralysie du nerf récurrent, et par conséquent aussi des muscles du lary[nx;] mais on sait que la section des nerfs récurrents n'a pas de conséquences mo[r]telles.

Dupuytren (1) a trouvé qu'après la section des deux nerfs de la paire vague, [le] cheval mourait dans l'espace d'une heure, un chien en deux ou trois jours, et q[ue] la mort était précédée d'une difficulté toujours croissante de respirer. Le sang ét[ait] devenu peu à peu plus foncé dans les carotides. On conclut de là que la lésion a[vait] arrêté le travail chimique de la respiration. Mais ce qui aurait déjà dû suffire p[our] rendre cette conclusion suspecte, c'est que le sang subit, même hors du corps, [le] changement de couleur ordinaire dans la respiration. Je renvoie, pour ce qui co[n]cerne la critique de ces observations, à l'excellent travail d'Emmert (2), qui a do[nné] une exposition très complète des expériences tentées avant lui.

Blainville ne tarda pas non plus à faire voir (3), par des expériences sur [des] oiseaux, que la consommation d'oxygène et l'exhalation d'acide carbonique s[ont] tout aussi considérables après la section des nerfs de la huitième paire que d[ans] l'état sain, et que le sang n'en change pas moins de couleur dans les poumons. [Les] oiseaux survécurent assez longtemps, six ou sept jours, à l'opération ; mais les la[pins] moururent au bout d'environ sept heures. Les oiseaux périrent, dit-on, dan[s un] état de marasme complet. Aussi Blainville attribue-t-il la mort au trouble d[e la] digestion, ce qui, dans tous les cas, ne convient point aux lapins ni aux mam[mi]fères en général. Quant à moi, je n'ai pas remarqué d'amaigrissement chez des [...] auxquelles j'avais coupé les deux nerfs de la paire vague.

D'après les expériences d'Emmert sur des lapins, la respiration devient, a[près] l'opération, plus rare, plus lente, plus difficile. Ce phénomène a lieu constamm[ent,] et il est vraiment fort intéressant de voir les inspirations devenir plus profond[es et] plus lentes à dater du moment où les deux nerfs ont été coupés. Emmert a tr[ouvé] que la conversion du sang dans les poumons n'avait pas subi un grand changem[ent,] et il attribue la mort des animaux en partie à la paralysie du mouvement partic[ulier] des bronches. Il appelle en même temps l'attention sur un fait digne de remar[que :] c'est que les lapins sont les seuls mammifères chez lesquels le grand sympath[ique] et le nerf de la paire vague soient séparés l'un de l'autre au cou, tandis que, [chez] la plupart des autres, le premier de ces nerfs s'unit avec le second après sa s[ortie] du ganglion cervical supérieur, de sorte qu'il est impossible de lier ou de co[uper]

(1) *Biblioth. méd.*, t. XVII.

(2) Reil's *Archiv*, t. IX, p. 380 ; t. XI, p. 117.

(3) *Nouv. bull. de la Soc. philom.*, 1808.

l huitième paire sans faire subir la même lésion au grand sympathique (1). Emmert tribue la différence des résultats obtenus par Dupuytren, Blainville et autres, à que la section avait porté, tantôt sur les deux nerfs, tantôt sur un seul, suivant animaux soumis à l'expérience. Dans celles de Dupuytren, sur des chevaux, les nerfs furent coupés, tandis que dans celles d'Emmert sur les lapins, dans les de Blainville sur des lapins et des oiseaux, la section n'intéressa que la paire gue. Cependant une chose prouve que cette circonstance ne peut pas avoir d'in-nce spéciale, c'est que, d'après les expériences de Pommer, la section des deux nds sympathiques au cou n'entraîne aucune conséquence importante : ces expé-nces ont été faites sur des lapins et des chiens, et, chez ces derniers, de manière e la gaîne qui enferme le grand sympathique et la huitième paire fût ouverte, qu'on pût couper le premier de ces nerfs seulement : aucun changement ne se remarquer chez les animaux jusqu'à la septième et huitième semaine, époque à elle on cessa de les observer.

ivant Provençal (2), les phénomènes chimiques de la respiration ne cessent près l'opération, et sont seulement diminués ; il a trouvé que les animaux mment moins d'oxygène et forment moins d'acide carbonique, et que la cha-nimale diminue. Legallois, qui avait déjà reconnu qu'un animal vit d'autant s longtemps sans respiration, qu'il est plus avancé en âge, remarqua aussi que ntraire a lieu après la section des nerfs de la paire vague. Un chien nouveau-ccomba une demi-heure après l'opération, tandis qu'un chien adulte vécut e un jour ou deux ; la section même des nerfs récurrents tue également les s animaux en une demi-heure, de sorte que, chez eux, la promptitude de la , après la section des nerfs de la paire vague, paraît tenir à la paralysie des laryngés inférieurs et à celle des muscles du larynx. De là vient aussi que la éotomie prolonge un peu la vie. Legallois se convainquit également que la , qui a besoin de s'élargir dans l'inspiration, se ferme presque entièrement, les jeunes animaux, à la suite de l'opération. Il trouva, après la section des de la paire vague, un épanchement de sérosité sanguinolente et écumeuse les poumons, épanchement qui accroît la difficulté de respirer provenant de ralysie des muscles destinés à élargir la glotte. Les deux causes, qui se réu-nt dans la section de la paire vague, paraissent donner lieu ici à la suffocation, fin à la mort, que la simple section des nerfs récurrents n'entraîne pas chez nimaux adultes.

puy assure que les chevaux et les moutons périssent en une heure après la n de la paire vague, mais qu'ils survivent plusieurs jours lorsqu'on a pra-la trachéotomie. Ici l'effet de la paralysie des nerfs récurrents se trouve en ue sorte séparé de celui de la paralysie des branches pulmonaires de la paire . Cependant Dupuy croit que la paralysie des poumons amène la suffocation, pas seulement en déterminant un épanchement de liquide, mais encore en uant la respiration. Du reste, la cause de l'épanchement dans les cellules

Suivant Bischoff, le cochon, le lapin, la taupe et le mulot sont les seuls animaux chez ls le grand sympathique ne soit pas intimement uni à la paire vague (*Nervi accessorii nia et physiologia*. Heidelberg, 1832). J'ai constaté qu'il en est de même chez le pic.

Journal général de médecine, t. XXXVII, janvier 1810.

Legallois a reconnu que la section des deux nerfs récurrents est souvent mortelle chez les jeunes animaux : elle ne l'est point chez les animaux adultes. Celle d'un seul nerf de la huitième paire n'est pas mortelle ; mais celle des deux nerfs entraîne toujours la mort, qui survient dans l'espace de quelques jours. Les causes de la mort après cette opération ont occupé les physiologistes, depuis Rufus d'Ephèse et Galien jusqu'à nos jours ; et, quoique les modernes aient apporté plus de soin à l'expérience, nous sommes toujours hors d'état de dire quelle est la soustraction en vertu de laquelle la lésion devient mortelle. Les mouvements respiratoires en sont indépendants pour la plus grande partie ; à la vérité, elle entraîne une demi-paralysie du nerf récurrent, et par conséquent aussi des muscles du larynx ; mais on sait que la section des nerfs récurrents n'a pas de conséquences mortelles.

Dupuytren (1) a trouvé qu'après la section des deux nerfs de la paire vague, un cheval mourait dans l'espace d'une heure, un chien en deux ou trois jours, et que la mort était précédée d'une difficulté toujours croissante de respirer. Le sang était devenu peu à peu plus foncé dans les carotides. On conclut de là que la lésion avait arrêté le travail chimique de la respiration. Mais ce qui aurait déjà dû suffire pour rendre cette conclusion suspecte, c'est que le sang subit, même hors du corps, le changement de couleur ordinaire dans la respiration. Je renvoie, pour ce qui concerne la critique de ces observations, à l'excellent travail d'Emmert (2), qui a donné une exposition très complète des expériences tentées avant lui.

Blainville ne tarda pas non plus à faire voir (3), par des expériences sur des oiseaux, que la consommation d'oxygène et l'exhalation d'acide carbonique [illegible] tout aussi considérables après la section des nerfs de la huitième paire que [illegible] l'état sain, et que le sang n'en change pas moins de couleur dans les poumons. L[illegible] oiseaux survécurent assez longtemps, six ou sept jours, à l'opération ; mais les l[illegible] moururent au bout d'environ sept heures. Les oiseaux périrent, dit-on, dans [illegible] état de marasme complet. Aussi Blainville attribue-t-il la mort au trouble de [illegible] digestion, ce qui, dans tous les cas, ne convient point aux lapins ni aux mam[illegible]fères en général. Quant à moi, je n'ai pas remarqué d'amaigrissement chez des [illegible] auxquelles j'avais coupé les deux nerfs de la paire vague.

D'après les expériences d'Emmert sur des lapins, la respiration devient, [illegible] l'opération, plus rare, plus lente, plus difficile. Ce phénomène a lieu constam[illegible] et il est vraiment fort intéressant de voir les inspirations devenir plus profondes [illegible] plus lentes à dater du moment où les deux nerfs ont été coupés. Emmert a tr[illegible] que la conversion du sang dans les poumons n'avait pas subi un grand change[illegible] et il attribue la mort des animaux en partie à la paralysie du mouvement partic[illegible] des bronches. Il appelle en même temps l'attention sur un fait digne de remar[illegible] c'est que les lapins sont les seuls mammifères chez lesquels le grand sympathi[illegible] et le nerf de la paire vague soient séparés l'un de l'autre au cou, tandis que, [illegible] la plupart des autres, le premier de ces nerfs s'unit avec le second après sa [illegible] du ganglion cervical supérieur, de sorte qu'il est impossible de lier ou de co[illegible]

(1) *Biblioth. méd.*, t. XVII.
(2) Reil's *Archiv*, t. IX, p. 380 ; t. XI, p. 117.
(3) *Nouv. bull. de la Soc. philom.*, 1808.

la huitième paire sans faire subir la même lésion au grand sympathique (1). Emmert attribue la différence des résultats obtenus par Dupuytren, Blainville et autres, à ce que la section avait porté, tantôt sur les deux nerfs, tantôt sur un seul, suivant les animaux soumis à l'expérience. Dans celles de Dupuytren, sur des chevaux, les deux nerfs furent coupés, tandis que dans celles d'Emmert sur les lapins, dans celles de Blainville sur des lapins et des oiseaux, la section n'intéressa que la paire vague. Cependant une chose prouve que cette circonstance ne peut pas avoir d'influence spéciale, c'est que, d'après les expériences de Pommer, la section des deux grands sympathiques au cou n'entraîne aucune conséquence importante : ces expériences ont été faites sur des lapins et des chiens, et, chez ces derniers, de manière que la gaîne qui enferme le grand sympathique et la huitième paire fût ouverte, afin qu'on pût couper le premier de ces nerfs seulement : aucun changement ne se fit remarquer chez les animaux jusqu'à la septième et huitième semaine, époque à laquelle on cessa de les observer.

Suivant Provençal (2), les phénomènes chimiques de la respiration ne cessent pas après l'opération, et sont seulement diminués ; il a trouvé que les animaux consomment moins d'oxygène et forment moins d'acide carbonique, et que la chaleur animale diminue. Legallois, qui avait déjà reconnu qu'un animal vit d'autant moins longtemps sans respiration, qu'il est plus avancé en âge, remarqua aussi que le contraire a lieu après la section des nerfs de la paire vague. Un chien nouveau-né succomba une demi-heure après l'opération, tandis qu'un chien adulte vécut encore un jour ou deux ; la section même des nerfs récurrents tue également les jeunes animaux en une demi-heure, de sorte que, chez eux, la promptitude de la mort, après la section des nerfs de la paire vague, paraît tenir à la paralysie des nerfs laryngés inférieurs et à celle des muscles du larynx. De là vient aussi que la trachéotomie prolonge un peu la vie. Legallois se convainquit également que la glotte, qui a besoin de s'élargir dans l'inspiration, se ferme presque entièrement, chez les jeunes animaux, à la suite de l'opération. Il trouva, après la section des nerfs de la paire vague, un épanchement de sérosité sanguinolente et écumeuse dans les poumons, épanchement qui accroît la difficulté de respirer provenant de la paralysie des muscles destinés à élargir la glotte. Les deux causes, qui se réunissent dans la section de la paire vague, paraissent donner lieu ici à la suffocation, et enfin à la mort, que la simple section des nerfs récurrents n'entraîne pas chez les animaux adultes.

Dupuy assure que les chevaux et les moutons périssent en une heure après la section de la paire vague, mais qu'ils survivent plusieurs jours lorsqu'on a pratiqué la trachéotomie. Ici l'effet de la paralysie des nerfs récurrents se trouve en quelque sorte séparé de celui de la paralysie des branches pulmonaires de la paire vague. Cependant Dupuy croit que la paralysie des poumons amène la suffocation, non pas seulement en déterminant un épanchement de liquide, mais encore en diminuant la respiration. Du reste, la cause de l'épanchement dans les cellules

(1) Suivant Bischoff, le cochon, le lapin, la taupe et le mulot sont les seuls animaux chez lesquels le grand sympathique ne soit pas intimement uni à la paire vague (*Nervi accessorii anatomia et physiologia*. Heidelberg, 1832). J'ai constaté qu'il en est de même chez le porc-épic.

(2) *Journal général de médecine*, t. XXXVII, janvier 1810.

pulmonaires et les bronches est facile à déduire, d'après les considérations que j'ai exposées précédemment.

Suivant Krimer, la section des nerfs de la paire vague est suivie d'un épanchement de fibrine dans les cellules pulmonaires, fait qui, s'il était exact, aurait une grande importance.

Mayer a observé (1), comme phénomène constant à la suite d'un grand nombre d'expériences sur la ligature et la section de la paire vague, que, quand la mort a lieu longtemps après l'opération, on trouve, dans le sang des poumons et du cœur, des caillots solides et blancs, qui remplissent entièrement les artères et les veines, ainsi que les cavités du cœur. Ces concrétions sont encore molles, et se composent d'un caillot noir quand la mort a suivi de près la ligature ou la section de la paire vague ; mais elles sont blanches lorsque la mort n'a eu lieu qu'au bout de quarante-huit heures et plus. Ces observations ont un haut degré d'intérêt. Dans quatre expériences, deux sur des chiens et deux sur des lapins, qui ont été faites sous ma direction, on a trouvé, après la section de la paire vague, et en pratiquant l'ouverture du corps aussitôt après la mort, que deux de ces animaux seulement offraient un caillot de la grosseur d'un pois dans le cœur gauche, mais qu'il n'y avait rien dans les vaisseaux pulmonaires. Une seconde cause de mort, qui n'a pas toujours lieu après l'opération, mais qui se rencontre souvent, tient, suivant Mayer, à ce que les aliments, dont l'estomac regorge, passent dans la trachée-artère et les bronches, à travers la glotte, qui d'ailleurs est relâchée et devenue insensible. Mayer dit, qu'après l'opération, les battements du cœur deviennent beaucoup plus rapides, et la respiration de plus en plus lente (2).

(1) *Tiedem. Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, p. 74.

(2) Sur plus de trente chiens adultes qu'il a soumis à la division des nerfs pneumo-gastriques, Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 306) n'en a jamais vu un seul survivre au delà de [illegible] jours : le plus grand nombre a péri du second au quatrième jour, sans que la trachéotomie préalablement faite, changeât rien à cette durée. Quant aux lapins, ils n'ont jamais vécu [illegible] de trente-six heures, que cette dernière opération leur eût été ou non pratiquée. Tous les chiens auxquels il n'a reséqué qu'un seul nerf ont survécu ; au contraire, quelques lapins ont succombé (*Ibid.*, p. 349), mais ces derniers étaient âgés seulement de trois mois environ, d'où il [illegible] permis de penser que l'état de la glotte a dû avoir, dans ce cas, une influence fâcheuse. Suivant Longet (*Ibid.*, p. 291), si les mouvements respiratoires ne sont point arrêtés après [illegible] section des deux pneumogastriques, c'est parce que la sensation du besoin de respirer n'est [illegible] abolie (cette sensation pourrait alors être supposée avoir son siége et sa condition essentielle non à la surface muqueuse pulmonaire, mais dans les centres nerveux) ; si, d'un autre côté, [illegible] nombre des inspirations diminue, c'est que, l'impression excitatrice de l'air n'étant plus [illegible] la sensation du besoin de respirer est moindre. Longet pense (*Ibid.*, p. 295) que, l'opération ayant dépossédé de leur activité propre les fibres musculaires des bronches, qui sont [illegible] des muscles respirateurs internes, l'air, dépouillé de ses éléments respirables, et peu à peu [illegible] d'acide carbonique, séjourne, en vertu de sa densité, dans les divisions bronchiales, dont [illegible] seule élasticité, quoique persistante, ne saurait suffire à l'expulser : donc le sang qui parcourt [illegible] réseau capillaire du poumon, au lieu d'être en contact médiat avec un air incessamment [illegible]velé, et capable de lui fournir le principe de sa revivification, finit, au bout d'un certain [illegible] par n'être plus en rapport qu'avec de l'acide carbonique, et l'animal, comme s'il était [illegible] dans une atmosphère chargée de ce gaz nuisible, devra bientôt cesser de vivre. — Chez les [illegible]maux dont le nerf vague a été coupé (*Ibid.*, p. 299), les poumons cessent peu à peu d'être [illegible]méables à l'air et au sang. Qu'on pousse alors de l'air dans la trachée, c'est à peine si [illegible] lobules se laissent distendre, les mucosités et la sérosité écumeuse qui obstruent les [illegible]

l'on réunit tous les documents qui ressortent des diverses observations, on voit la ligature ou la section de la paire vague tue par le concours de différentes nstances, qui toutes amènent en dernière analyse la suffocation, savoir, la ysie incomplète des mouvements propres à changer la forme de la glotte, les dations dans les poumons, les changements du travail chimique qui s'accom- lans les organes, et la coagulation du sang dans les vaisseaux (1).

SECTION II.

DE LA NUTRITION, DE L'ACCROISSEMENT ET DE LA REPRODUCTION.

CHAPITRE PREMIER.

De la nutrition.

Acte de la nutrition.

La nutrition ne se prête point à l'observation microscopique. Dœllinger et Du- chet prétendent bien avoir vu des globules du sang perdre leur mobilité dans

nchiques (d'abord parce que, n'étant plus senties, elles ne provoquent pas de réaction expul- t, et ensuite parce que les fibres musculaires des bronches sont paralysées) s'opposent à la e pénétration de ce fluide dans les vésicules pulmonaires, d'ailleurs oblitérées pour la plupart. au injectée dans l'artère pulmonaire ne revient plus par les veines. Des concrétions sanguines se forment dans les vaisseaux mettent surtout obstacle à la petite circulation. Une coupe liquée dans l'épaisseur du poumon fait voir qu'il a perdu sa structure aréolaire dans un grand mbre de points; son parenchyme s'est hépatisé ou splénisé par la coagulation des liquides chés et l'affaissement des vésicules : aussi ne crépite-t-il plus, et les parties les plus engorgées ent au fond de l'eau, au lieu de surnager. Ces altérations sont d'autant plus prononcées t les animaux ont survécu plus longtemps; elles ne s'accroissent que graduellement; le temps elles mettent à se former varie beaucoup, et paraît tenir à des circonstances individuelles. nget, pour examiner immédiatement l'état du sang dans le poumon et le cœur, tua à diffé- ntes époques des chiens auxquels il avait coupé la paire vague. Au bout de vingt heures, quand n'y avait pas d'engouement pulmonaire, il a trouvé le sang très fluide; au bout de trente-six es, des caillots noirs, très mous, peu volumineux, ayant la consistance de la gelée de gro- lle, ont été rencontrés dans les oreillettes, les vésicules, l'artère pulmonaire et l'aorte, à leur ine. Vers le troisième et surtout le quatrième jour, l'engorgement pulmonaire étant porté plus haut degré, on trouva des caillots solides, décolorés, jaunâtres, insinués entre les co- nes charnues des ventricules et des oreillettes; il y en avait quelques uns dans les artères s veines pulmonaires, jusque dans leurs ramifications. Le sang, dans les artères, était ement foncé et presque noir. Mais Longet a rencontré aussi des cas où la mort était sur- e sans ces coagulations, que, d'après cela, il n'en regarde pas, avec Mayer, comme la e exclusive et constante. La mort après la section de la paire vague ne dépend donc pas e cause unique, et partout la même; il y en a plusieurs, dont une seule peut suffire parfois r amener ce dénoûment fatal. Du reste, Longet (*Ibid.*, p. 303) a observé, contrairement à ay, qu'on peut empoisonner des chiens opérés en ingérant le poison dans leurs voies respi- ires : seulement l'intoxication était plus rapidement funeste le premier jour de l'opération le second, et surtout le troisième, d'où il semble résulter que l'activité de l'absorption di- e en raison directe de l'engouement pulmonaire. (*Note du trad.*)

) *Comp.* LUND, *Vivisectionen*, p. 222-243.

les vaisseaux capillaires et se combiner avec la substance, et moi-même j'en ai souvent observé qui s'arrêtaient; mais des recherches multipliées m'ont convaincu que, chez les animaux en pleine santé, ces corpuscules passent toujours des artères dans les veines, et qu'une théorie de la nutrition, fondée sur leur agrégation ou sur celle de leurs noyaux, serait absolument fausse (1).

Les globules du sang ont un volume qui dépasse de beaucoup l'épaisseur de la plupart des fibres du corps animal; chez la grenouille, par exemple, ils sont cinq à huit fois plus larges que les fibres musculaires, et beaucoup plus épais que celles du tissu cellulaire.

Comme les éléments primitifs de toutes les parties de l'embryon, ces corpuscules sont des cellules. Ils ressemblent d'abord parfaitement aux autres cellules de l'embryon; mais la ressemblance s'efface bientôt, et il n'y a pas un seul organe qui soit composé de globules du sang proprement dits, quoique plusieurs soient formés de cellules. Prevost, Dumas et Edwards regardaient les noyaux de ces globules comme les éléments des fibres. Aujourd'hui on sait que les fibres sont des cellules allongées, comme celles du tissu cellulaire, ou des dépôts opérés dans l'intérieur de cellules, dont plusieurs se sont jointes bout à bout pour produire des tubes, comme les fibres musculaires et nerveuses. Jamais ces fibres ne résultent d'une agrégation de globules.

On ignore si la matière colorante rouge des globules du sang passe en partie dans les organes qui semblent en contenir, comme les muscles, ou si ces derniers forment eux-mêmes la substance qui prend une teinte plus rouge à l'air. En tout cas, les globules, considérés dans leur entier, ne sont pas les matériaux de la nutrition. Ils passent constamment des artères dans les veines. Leur rôle, dans l'économie animale, a certainement beaucoup d'importance; ils subissent le changement qui s'opère pendant la respiration, et prennent une teinte foncée en traversant les vaisseaux capillaires du corps; là, ils se trouvent en conflit avec les particules des organes, le long desquelles ils ne font que glisser, et qui cependant font passer leur couleur au rouge foncé. A chaque circuit, qui dure trois minutes, ils deviennent vermeils dans les poumons, puis noirs dans les capillaires du corps, et dans l'espace de vingt-quatre heures, ils subissent environ 480 alternatives de coloration. A l'état vermeil, ils exercent sur les organes, et notamment sur les nerfs, une excitation nécessaire à l'entretien de la vie. Mais cette stimulation est totalement différente de l'affluence de matériaux nouveaux par l'effet de la nutrition.

Les derniers vaisseaux capillaires ne se répandent pas sur les fibres primitives

(1) On ne voit nulle part, dit Donné (*Cours de microscopie*, p. 110), le sang s'épancher et sortir de ses canaux, et les globules suivent les vaisseaux, sans jamais se détourner en chemin, si ce n'est à la suite des lésions mêmes produites par l'expérience. Ailleurs (p. 112), il dit : il est absolument impossible de suivre un globule depuis le moment où il arrive par une artère jusqu'à celui où il revient par une veine, après avoir accompli son circuit. Le mouvement du sang est d'une part trop rapide, et de l'autre la division du système vasculaire ne permet point de suivre ainsi les globules pas à pas; ils subissent souvent dans leur marche de nombreux détours, tantôt passant directement d'une artère principale dans un gros tronc veineux, au moyen d'une artériole qui va de l'une à l'autre, tantôt pénétrant dans des organes sécréteurs, au centre desquels le sang tourne si rapidement dans des vaisseaux repliés sur eux-mêmes, qu'on ne peut distinguer que l'entrée et la sortie du fluide sanguin dans cette espèce de tourbillon. (*Note du trad.*)

s muscles et des nerfs. Ces fibres sont trop petites pour cela, car leur exiguïté passe même celle des capillaires qui n'ont que 0,00020 à 0,00050 pouce de mètre. L'échange des matériaux ne peut donc avoir lieu qu'à travers les parois s vaisseaux capillaires. La nutrition, au moyen d'une exsudation à travers ces rois, s'accomplit aux dépens des parties dissoutes du sang, tandis que les globles passent distinctement des artères dans les veines. Les plus importants ma'iaux de la nutrition sont de toute évidence l'albumine et la fibrine dissoute. ıe partie de ces matériaux peuvent traverser les parois des capillaires; ils baignent cellules et les fibres des tissus, d'où les lymphatiques ramènent dans le sang qui n'a pu servir à la nutrition. Or il importe de savoir ici que les capillaires x-mêmes ont encore des parois. Rien ne peut aller du sang aux molécules des ganes et revenir de ceux-ci au sang, sans traverser, à l'état liquide, les parois ces vaisseaux. L'observation réfute l'hypothèse, au premier aperçu plus propre expliquer la nutrition, que le sang des capillaires coule non dans de véritables bes, mais dans de simples excavations ou gouttières de la substance des organes. un autre côté, les parois des capillaires ne mettent point obstacle à l'attraction s parties liquides du sang, puisqu'elles sont perméables.

Pour que la nutrition s'accomplisse, il faut que les molécules constituantes des ganes et des tissus, leurs cellules primitives, ou les fibres provenant de cellules, irent les parties dissoutes du sang et restituent des matériaux à ce liquide. utes les molécules qui entrent dans la composition de l'organisme adulte ressemblent aux cellules simples et primaires de l'embryon, ou sont des cellules algées, et, par conséquent, toujours des équivalents de cellules, comme les fibres u tissu cellulaire, ou enfin des produits de la fusion de plusieurs cellules, et alors s équivalents d'un plus ou moins grand nombre de cellules, comme les fibres usculaires et nerveuses. L'assimilation est donc, dans tous les tissus, un résultat l'action des cellules primaires dont l'embryon est formé, ou d'équivalents de s cellules.

Les cellules primaires ou leurs équivalents attirent hors du sang des substances ui leur ressemblent au point de vue chimique, mais qui sont encore liquides, ou les métamorphosent de manière à se les rendre semblables, et les assimilent à ur propre substance, en les faisant participer aux forces dont sont douées les cellules, s fibres, etc., vivantes. Le nerf forme de la substance nerveuse; le muscle, de la ubstance musculaire; il n'y a pas jusqu'aux produits pathologiques organiques qui ssimilent de nouveaux matériaux : la verrue cutanée grossit, l'ulcère nourrit son nd et ses bords de la manière exigée par son mode particulier de vie et de sécréon, et la conversion des matériaux nutritifs en un organe doué de productivité orbide peut aller jusqu'à la ruine du tout.

Outre l'assimilation, les cellules primitives ont encore la propriété de combiner de métamorphoser leur contenu même, qui souvent diffère tout à fait de la ubstance dont leurs parois sont formées. Ainsi il se dépose de l'amidon dans les llules des végétaux, de la graisse dans certaines cellules des animaux.

Les matériaux immédiats des organes existent déjà en partie dans le sang; l'almine, qu'on rencontre sur tant de points, par exemple, dans le cerveau et les ndes, et qui, plus ou moins modifiée, entre dans la composition d'un si grand mbre d'autres tissus, se trouve déjà dans le sang; la fibrine des muscles et des

organes musculeux est la matière coagulable que le sang et la lymphe tiennent en dissolution; la graisse non azotée existe à l'état de liberté dans le chyle; la graisse azotée et phosphorée du cerveau et des nerfs se rencontre dans le sang, où elle est combinée avec de la fibrine, de l'albumine et de l'hématine. Le fer des poils, du pigment noir et du cristallin existe déjà dans le sang, où le silicium et le manganèse des poils, le fluorure calcique des os et des dents n'ont pu être découverts jusqu'ici, uniquement peut-être à cause de leur petite quantité. Les molécules intégrantes des organes dans lesquels on trouve ces matières les attirent du sang, ou les produisent aux dépens des matériaux immédiats des organes eux-mêmes, car il est impossible de démontrer que tout ce qu'on rencontre dans les organes existe déjà dans le sang; et, loin de là même, les substances organiques nous montrent souvent des matières particulières, comme la gélatine des os, des tendons et des cartilages, la substance de la corne, et celle du tissu élastique, dont on ne voit point les analogues dans le sang.

Il y a des corps qui diminuent l'assimilation en changeant les molécules ou des organes ou du sang. L'iode, par exemple, porte évidemment atteinte à la nutrition lorsqu'on en continue l'emploi pendant longtemps. Les sels neutres, les préparations mercurielles, le tartre stibié et autres, produisent le même effet. Quelques-unes de ces substances portent leur action immédiatement dans le sang; c'est ce que font manifestement les sels rafraîchissants, qui, même lorsqu'on les ajoute au sang tiré de la veine, lui enlèvent la propriété de se coaguler, et, par conséquent, modifient la nature de la fibrine, ce qui leur donne une grande importance pour combattre l'inflammation.

Quelquefois l'élaboration du chyle et du sang est viciée, soit par la production de matériaux nutritifs d'une mauvaise nature, soit par l'effet d'un principe morbifique inoculé. Toutes les fois que les humeurs sont dans ce cas, l'assimilation souffre aussi. Il survient des dépôts de matières morbides, des inflammations, des ulcères, comme dans les scrofules, la goutte, la lèpre, les dartres, le scorbut, la syphilis, etc. Ces maladies si différentes, qu'on embrasse sous le nom collectif de dyscrasies, ont cela de commun qu'elles se manifestent par des exhalations de matières morbides, par des exanthèmes et des ulcères à la peau, souvent par des ulcérations aux membranes muqueuses, et, quand elles sont portées au plus haut degré, par des dégénérescences du tissu osseux.

Dans plusieurs de ces maladies, le système lymphatique, vaisseaux et glandes, est affecté d'une manière spéciale. En se plaçant au point de vue ordinaire, et regardant les vaisseaux lymphatiques comme ne servant qu'à la seule absorption, il n'y a pas moyen de bien comprendre l'affection dont le système lymphatique est le siége dans quelques maladies, les scrofules surtout. Mais, quand on sait que la lymphe (sans ses corpuscules) est tout à fait semblable à la liqueur du sang (sans ses globules), et que la lymphe est du sang sans globules rouges; quand on sait que les vaisseaux lymphatiques ramènent la portion superflue pour la nutrition de la liqueur du sang que la circulation fait pénétrer dans les molécules des organes, on n'a pas de peine à comprendre non seulement que les changements survenus dans la composition de la liqueur du sang doivent irriter les capillaires et y provoquer de l'inflammation, mais encore que le même liquide doit causer de l'irritation dans les vaisseaux lymphatiques. Par conséquent, toutes les fois que la forme

du sang s'accomplit d'une manière vicieuse, il doit résulter de là des changements la composition chimique de ce liquide, et fort souvent aussi des phénomènes)ides, tant dans les capillaires sanguins que dans le système lymphatique, qui, que nous l'avons vu précédemment, prend tant de part à la conversion de umine en fibrine dissoute. Toutes les autres parties dissoutes dans le sang doi- également, lorsque leur constitution est vicieuse, exercer de l'influence sur des vaisseaux lymphatiques. Dans les maladies où les parties dissoutes du sont moins viciées que les globules, qui ne passent pas dans le système lym- ique, celui-ci doit offrir aussi moins de phénomènes morbides : c'est ce qui e dans le scorbut.

ı nutrition de toutes les parties, d'après le type du tout, suppose la permanence ı force qui produit toutes les différences, tous les organes; de cette force qui siste à la formation des organes, lorsque le germe n'est encore que virtuelle- t (*potentia*) l'être animal, auquel le développement de ses organes donne une ence réelle (*actu*). La nutrition est donc en quelque sorte une reproduction inuelle de toutes les parties par la force du tout. Jusqu'au moment où le tout t, tous les organes sont régis par sa force organisatrice, dont nous admirons les s dans les maladies, où, sous le nom de force médicatrice, elle porte remède changements que les matériaux mêmes de l'organisme ont pu éprouver, tandis la restauration des parties organiques qui ont été perdues est, dans la plupart cas, impossible après la première génération.

l est des maladies caractérisées par une viciation telle de la formation et de ganisation de la matière animale, que l'assimilation aux molécules constituantes tissus cesse de pouvoir s'accomplir dans certaines parties du corps, et qu'en on de la prédominance d'affinités hétérogènes, il ne s'engendre plus que ce on est convenu d'appeler des productions pathologiques : tels sont le cancer et ongus médullaire. Ces formations se composent, à la vérité, de structures qui t homologues à l'organisme, c'est-à-dire qu'elles résultent de cellules primi- s, semblables à celles qui constituent l'embryon entier ; mais ici les cellules, au de se transformer en un tissu approprié à un organe déterminé, subissent en lque sorte un arrêt de développement, et, loin de pouvoir durer, marchent, au traire, vers une prompte destruction.

I. Renouvellement de la matière.

La vie s'accompagne d'un renouvellement continuel de la matière. C'est ce indique la proportionnalité entre le besoin d'aliments et les pertes éprouvées. ls sont-ce les parties constituantes des humeurs, ou les matériaux eux-mêmes parties organisées, qui se renouvellent ainsi ?

A. Renouvellement de la matière dans les humeurs.

Ce qu'il y a de plus naturel, c'est d'admettre d'abord le renouvellement de la tière dans les humeurs, et de soutenir que l'échange journalier de plusieurs es de nourriture contre plusieurs livres de substances décomposées qui s'échap- nt par la transpiration cutanée, par la respiration, par l'urine, etc., a lieu seu-

lement dans les humeurs, ou que du moins les parties organisées elles-mêmes y prennent peu de part. En servant à l'entretien de la vie, les humeurs subissent des décompositions continuelles, et, à cet égard, on peut comparer l'organisme à toute autre machine, par exemple à une machine à vapeur, qui exige une certaine quantité de combustible pour engendrer la vapeur aqueuse à laquelle est due sa puissance. Nul doute que la rénovation des matériaux ne soit plus considérable dans les humeurs que partout ailleurs; on peut admettre que la décomposition d'une certaine quantité de ces humeurs, qui est inséparable de l'entretien de la vie, rend nécessaire l'expulsion des matières décomposées et l'influence de nouvelles matières nutritives.

B. Renouvellement de la matière dans les parties organisées.

Il n'y a pas de caractère certain auquel on puisse reconnaître que la matière se renouvelle promptement dans le système nerveux. Nous savons seulement que l'âge auquel l'organisation et l'accroissement du cerveau marchent avec le plus de rapidité est l'époque de la vie à laquelle le fond d'impression que possède l'intelligence a le moins de solidité. Mais l'accroissement progressif d'un organe n'implique pas de toute nécessité un renouvellement bien vif de matériaux dans les portions déjà organisées.

La plupart des autres parties de l'organisme donnent, au contraire, des signes indubitables d'un changement continuel des matériaux qui les constituent. Les os eux-mêmes, qui semblent être cependant ce que l'économie animale renferme de plus stable, ne laissent aucun doute à cet égard, et prouvent que la rénovation de la matière ne demeure point bornée aux humeurs seules, que c'est un phénomène qui s'étend aussi aux parties organisées. Ici se rangent, par exemple, la formation de cellules dans les os, celle des sinus frontaux et sphénoïdaux dans l'enfance, la résorption des os soumis à la pression d'une tumeur, celle des alvéoles chez les vieillards, l'amincissement du crâne avec l'âge, et beaucoup d'autres phénomènes analogues. On ne peut comprendre l'agrandissement des cavités des os à mesure que ceux-ci croissent, ou en général l'accroissement de ces organes si solides, et les changements que leur forme subit aux diverses époques de la vie, qu'en admettant un renouvellement continuel de matière, en supposant qu'il y a incessamment soustraction d'atomes osseux sur certains points, et apposition d'autres atomes osseux sur d'autres points. Les preuves du renouvellement de la matière ne sont pas aussi sensibles dans d'autres parties du corps. Cependant on peut citer la décomposition continuelle que les fongus éprouvent à leur surface, tandis que d'ailleurs ils se régénèrent sans cesse, l'atrophie de certaines parties sous l'influence d'une faim prolongée ou de diverses maladies chroniques, l'accroissement, les changements de forme et la disparition des tumeurs, des verrues, enfin le recouvrement souvent si prompt de l'embonpoint après l'amaigrissement.

Les parties qui sont redissoutes doivent passer, ou tout de suite dans les vaisseaux sanguins, ou d'abord dans les vaisseaux lymphatiques, quand ces derniers existent.

Cependant on ne peut pas regarder la résorption de la lymphe comme une simple réintégration dans la masse des humeurs de molécules auparavant organisées,

i lymphe comme le résultat de la seule colliquation des organes; car nous avons iit voir qu'à part ses corpuscules, la lymphe est la liqueur du sang incolore, liqueur ont, pendant le cours de la circulation, une partie traverse les parois des vaisseaux apillaires pour atteindre les particules des organes, qui sert ainsi à la nutrition de es derniers, et dont le superflu est repris par les réseaux lymphatiques qui partout commencent dans les interstices des molécules organiques. Ainsi la lymphe st-elle partout la même, et se comporte-t-elle partout comme liqueur du sang, 'est-à-dire comme une dissolution d'albumine et de fibrine.

La nécessité du renouvellement de la matière dans les parties organisées ressort déjà des changements continuels que subit la forme de ces dernières. A partir de l'enfance, les organes changent continuellement de forme, et ce changement ne peut être opéré que par la mutation incessante des molécules organiques situées entre les vaisseaux capillaires. Ici on peut concevoir que les parties résorbées rentrent dans le sang, et sont bientôt employées à la nutrition sur d'autres points. Cependant nous avons fait voir que la vie est accompagnée d'une décomposition ntinuelle de la matière. Toute action change la composition des parties agisntes, et exige la restauration de cette composition, qui ne s'effectue que peu à u, à mesure que de nouveaux matériaux arrivent. Il paraît donc positif que les rties organisées sont soumises aussi à une décomposition continuelle de leurs incipes constituants, décomposition qui est inséparable de leur action, et qui rend restauration nécessaire. J'ai déjà rapporté, dans les Prolégomènes, ce qu'on it de la balance qui existe entre la restauration et la décomposition occasionnée r les actions. Malheureusement il s'agit là de choses qu'on ne saurait soumettre calcul. Nous ne possédons que des faits assez insignifiants, comme la lassitude rès l'action, la nécessité d'une nourriture plus abondante et plus substantielle à uite d'un exercice violent ou d'une grande contention d'esprit, tandis que, d'un tre côté, la permanence de certaines matières colorantes introduites dans le tissu la peau annonce que l'absorption et la rénovation n'ont pas un pouvoir absolu. tre ces deux limites, le renouvellement de la matière dans les parties organiques écèlé par des phénomènes qui n'ont pas tous le même degré d'évidence. Ainsi, n côté, les verrues cutanées disparaissent souvent avec une grande promptitude, os sont résorbés rapidement, les fractures guérissent assez vite, un cal informe réduit peu à peu à un autre plus conforme à la configuration naturelle des os, le rétablissement de la cavité articulaire, qui avait d'abord été comblée; mais, n autre côté, l'obstination avec laquelle persistent les taches de la cornée prouve ci le renouvellement de la matière est en raison directe de la rareté des vaisaux sanguins. Au reste, ce renouvellement n'est jamais plus actif que durant la nesse; il va toujours en diminuant avec l'âge (1).

II. Composition chimique des parties organisées.

Je vais réunir ici tout ce que la chimie nous apprend sur le compte des tissus, la texture ne sera indiquée qu'autant qu'il le faudra pour faciliter l'intelligence considérations chimiques, et qu'autant aussi qu'elle ne trouvera pas plus natu-

(1) *Comp.* Outrepont, *Diss. de perpetua materiei organico-animalis vicissitudine.* Halle, 98. — Reil's *Archiv*, t. IV, p. 460.

rellement place dans d'autres parties de ce Manuel. A ce dernier point de vue, pourra consulter les chapitres consacrés aux nerfs, aux muscles et aux glandes renvoie aussi les lecteurs jaloux de connaître ce qui a été fait de plus récent d le domaine de l'histologie aux ouvrages de Schwann (1) et de Henle (2).

A. Tissus à base albumineuse.

Les tissus à base albumineuse ne donnent point de gélatine, et ne subissent g peu de changement lorsqu'on les soumet à l'ébullition; il n'y a que le tissu cel laire entrant dans leur composition qui se dissolve et se réduise en colle. Les m difications des substances albumineuses sont l'albumine et la fibrine, dont j'ai i qué les propriétés en faisant l'histoire du sang. La dissolution acide de ces substa est précipitée par le cyanure ferrico-potassique, caractère auquel on les disti des matières qui donnent de la gélatine. A cette classe de tissus appartienne cerveau et les nerfs, les muscles, les glandes, les membranes muqueuses.

1° *Cerveau, moelle épinière et nerfs.* Les parties constituantes des tissus n veux sont de l'albumine et de la graisse. Les nerfs résultent d'un assemblage cylindres. Ces cylindres sont des tubes contenant une substance qu'on app moelle nerveuse (Ehrenberg). L'axe de chaque tube est parcouru par un filame solide et grêle (Fontana, Remak). La moelle qui entoure le filament central d être distinguée de la membrane délicate qui enveloppe le cylindre nerveux to entier (Schwann). Cette moelle remplit l'intervalle compris entre la paroi inter du tube nerveux et le filament central : c'est une matière grasse, liquide, qui, p le refroidissement de l'animal, prend l'aspect d'un caillot (Purkinje). Ces parti cularités de structure, qui sont encore regardées comme douteuses, même d quelques ouvrages modernes, peuvent être mises en complète évidence par l'e ploi de moyens chimiques. Lorsqu'on fait bouillir quelque temps dans l'al des nerfs frais de poisson ou de grenouille, qui sont les meilleurs pour ces s d'expériences, la moelle grasse comprise entre la membrane du cylindre nerv et le filament central se trouve extraite, et il ne reste plus qu'une substance g melée, qui n'a rien de gras; on voit alors le filament central bien délimité à l'intérieur du tube, de la cavité duquel il n'occupe qu'une petite partie : on p l'y mouvoir, et il s'y montre tantôt tendu, tantôt plus ou moins arqué, et par contourné. On se le procure libre en déchirant le tube. Les tissus albumineux nerfs sont donc le filament central et le tube du cylindre nerveux, entre lesquels trouve la moelle nerveuse ou la graisse. Celle-ci entoure de tous côtés le fil central, qui est évidemment la partie la plus importante, et par rapport auquel joue le rôle de corps isolant : on sait que les graisses sont au nombre des isola de l'électricité.

Les matériaux constituants du cerveau sont aussi de l'albumine et de la gr Quand, après avoir broyé le cerveau, on le traite par l'alcool ou l'éther bouill on obtient pour résidu l'albumine, avec les débris des vaisseaux sanguins. graisse cérébrale se compose d'élaïne et de stéarine phosphorée. La première une huile de saveur rance, qui exhale l'odeur de la matière cérébrale fraîche,

(1) *Mikroskopische Untersuchungen.* Berlin, 1839.
(2) *Anat. générale*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1843, 2 vol. in-8, fig.

se putréfie à l'air, comme d'autres substances animales ; l'alcool bouillant la out en plus grande quantité que l'alcool froid. La stéarine se compose d'écailles aches et nacrées. Suivant Gmelin et Kuehn, elle contient deux graisses partières, l'une lamelleuse, l'autre pulvérulente. La première ressemble à la choérine, dont elle diffère cependant en ce qu'elle est phosphorée. La graisse céréle se distingue d'autres espèces de graisse, parce que, d'après Vauquelin, elle st pas saponifiable par les alcalis, et qu'elle contient du phosphore (1). Le charqu'elle laisse après qu'on l'a brûlée est effectivement si chargé d'acide phosphoe qu'on ne peut parvenir à le réduire en cendres ; on peut le rendre combuse en le lavant avec de l'eau, mais il ne tarde pas à s'éteindre, parce qu'il est evenu acide : d'où il suit que le phosphore contenu dans ce charbon s'y trouve gagé dans une combinaison non volatile. Vauquelin évalue la quantité du phosore à un pour cent du poids du cerveau frais, ou à un tiers de celui de la graisse rébrale, ce que Berzelius juge invraisemblable. Les autres parties du cerveau sont l'albumine et des sels (phosphates et carbonates alcalins ?). Le cerveau contient, après Vauquelin :

Albumine.		7,00
Graisse cérébrale. . . .	Stéarine. 4,53 Elaïne. . 0,78	5,23
Phosphore.		1,50
Osmazôme.		1,12
Acides, sels, soufre.		5,15
Eau.		80,00
		100,00

Les éléments terreux et salins y sont en très petite proportion : 50 grains de veau de veau desséché n'ont donné à John que 2 grains de cendre ; 100 parties cerveau desséché contiennent, d'après Sass et Pfaff, 3,36 de sels fixes, tandis ces sels s'élèvent à 7,5 dans la même quantité de substance musculaire he.

Muscles. Les muscles sont composés de faisceaux de fibres ; les faisceaux pri- de fibres sont unis en faisceaux plus gros par du tissu cellulaire, et ceux-ci t à leur tour en d'autres plus volumineux encore. Les renflements noueux les fibres primitives sont munies dans les muscles de la vie animale et dans du cœur font que les faisceaux de ces fibres présentent des rides transversales ou moins régulières. Les faisceaux primaires ont originairement une enve- anhiste, que j'ai depuis longtemps observée dans les muscles des insectes, 'on peut aussi apercevoir chez d'autres animaux, lorsque les circonstances favorables. En outre, les faisceaux sont plus ou moins régulièrement entourés bres transversales particulières, que Henle a découvertes non seulement ici, encore sur les faisceaux de fibres du tissu cellulaire, et qui ne contribuent rien au phénomène de la striation transversale : on les distingue après avoir té par l'acide acétique des faisceaux de tissu cellulaire ou de fibres musculaires :

(1) La graisse du sang et celle du foie contiennent aussi du phosphore, d'après Chevreul et onnot.

l'acide renfle, entre leurs tours, les faisceaux qu'ils enveloppent, et n'exerce aucune action sur les fibres enveloppantes elles-mêmes, qui ressemblent aux fibres élastiques.

La substance des fibres musculaires est de la fibrine (1). Soumise à une ébullition prolongée, la chair musculaire durcit, et donne un bouillon incolore, qui se prend en gelée par le refroidissement, phénomène dû à la gélatine, en laquelle, suivant Berzelius, le tissu cellulaire se transforme par l'action de l'eau bouillante. La substance musculaire se comporte comme la fibrine avec les acides et les alcalis. Lorsqu'on l'exprime avec force, après l'avoir hachée, elle laisse écouler un liquide rouge et acide. Ce liquide contient de l'albumine et de la cruorine, de l'acide lactique, des sels solubles dans l'alcool (lactates potassique, sodique, calcique et magnésique, traces de lactate ammonique, chlorures potassique et sodique), des sels insolubles dans ce menstrue (phosphates sodique et calcique), de l'osmazôme, que Berzelius regarde comme un mélange de plusieurs substances; enfin, un extrait aqueux contenant aussi plusieurs substances, entre autres la zomidine, qui a le goût du bouillon. La viande, traitée par l'acide sulfurique concentré, produit une substance, appelée *leucine*, qui a aussi la saveur du bouillon. Berzelius et Braconnot ont analysé tous deux la chair musculaire du bœuf.

		Berzelius.	Braconnot.
Fibre charnue, vaisseaux, nerfs.	15,8	17,70	18,18
Tissu cellulaire, réduit en colle par la coction.	1,9		
Albumine soluble et fibrine.		2,20	2,70
Extrait alcoolique avec sels.		1,80	1,94
Extrait aqueux avec sels.		1,05	0,15
Phosphate calcique contenant de l'albumine. . . .		0,08	
Eau et perte.		77,17	77,[illegible]
		100,00	100,[illegible]

3° *Glandes.* La substance propre des glandes, tant de celles qui sécrètent, [illegible] de celles qui n'ont pas de conduit excréteur, consiste en un corps albumineux.

Les reins et le foie ont été soumis à l'analyse chimique. Braconnot réduisit en bouillie la substance du foie de bœuf, et y ajouta de l'eau, qui en fit dissoudre la plus grande partie. Le liquide lactescent se coagule quand on le chauffe. L'huile de térébenthine enlève une huile grasse au caillot : cette huile, après la volatilisation de l'essence est d'un brun rouge, et à demi concrète; sa saveur et son odeur rappellent celles du foie de bœuf; elle n'avait pas de propriétés acides, et par conséquent n'existait point à l'état de savon dans l'organe; mais elle se saponifiait par l'action de la soude caustique, sans qu'il se dégageât d'ammoniaque. Cette graisse contient cependant du phosphore, et, lorsqu'on la brûle, elle se comporte comme celle du cerveau. La dissolution de laquelle l'albumine s'était précipitée par la chaleur rougissait le papier de tournesol, et paraissait contenir une substance [illegible] différente de l'osmazôme.

(1) *Voy.* Fellenberg et Valentin (dans Mueller's *Archiv*, 1844, p. 542), sur la différence de composition élémentaire entre la fibrine du sang et la substance musculaire, et sur la grande proportion de l'eau dans la première.

parties de la substance proprement dite du foie contenaient :

Eau.	68,64
Albumine.	20,19
Matière un peu azotée, très soluble dans l'eau, et peu soluble dans l'alcool. .	6,07
Graisse hépatique.	3,89
Chlorure potassique.	0,64
Chaux ferrifère.	0,47
Sel potassique à acide combustible. . .	0,10
	100,00

analysant le foie humain, Frommherz et Gugert ont trouvé aussi de la caséine a ptyaline. Vauquelin a rencontré dans le foie des raies une huile qui en fait e la moitié du poids.

zelius a analysé les reins du cheval. La masse broyée se réduisit presque en-ient en un liquide lactescent, lorsqu'on la traita par l'eau. Le peu de masse se qui resta se composait probablement de vaisseaux sanguins. Le liquide oagulé par la chaleur. Le caillot contenait beaucoup de graisse, et était formé imine. La liqueur dans laquelle il s'était produit contenait de l'acide lactique et une matière animale, qui, après l'évaporation, était soluble en partie dans ol (osmazôme), en partie dans l'eau.

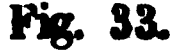
Membranes muqueuses. Elles se composent et d'un lacis de fibres, sur lequel endue une couche de cellules épithéliales, et d'un grand nombre de folli-muqueux épars. Au point de vue chimique, elles paraissent différer entière-du tissu de la peau. En effet, d'après Berzelius, elles ne donnent pas de colle coction; elles sont tout à fait insolubles dans l'eau; l'ébullition, même pro-e, les rend seulement dures et cassantes. D'après cela, leur base semble tenir aux matières albumineuses. Cependant on se demande si les expériences pour but d'en obtenir de la colle ont été assez prolongées; pour qu'on compter sur le résultat, il faut que l'ébullition soit continuée pendant plu-jours.

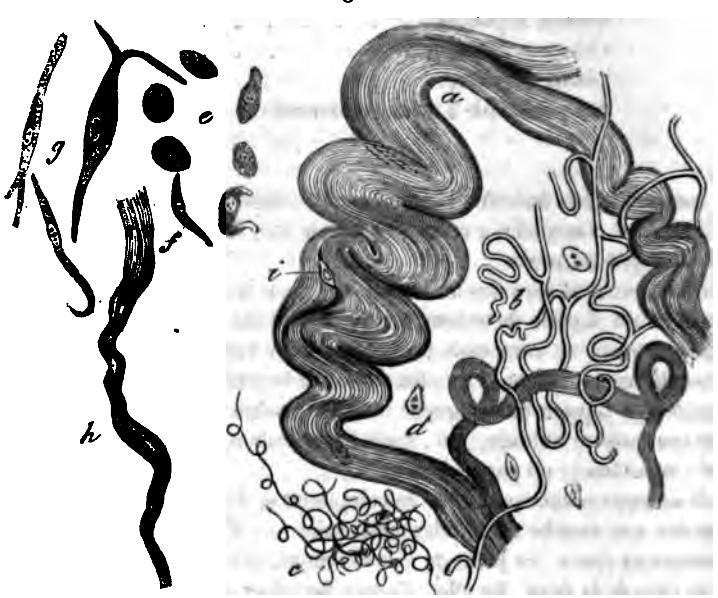
B. Tissus qui donnent de la colle.

se rangent le tissu cellulaire, le tissu séreux, le tissu tendineux, la peau, le contractile réductible en colle, le tissu cartilagineux, le tissu osseux, le élastique. Leur base animale se résout entièrement en colle, ou du moins irnit plus ou moins par une ébullition prolongée. Peu d'heures suffisent que le tissu cellulaire, le tissu séreux et les os donnent ainsi de la gélatine; es, comme les cartilages et la peau, exigent quinze à dix-huit heures de n; pour quelques uns enfin, comme le tissu élastique, il faut une ébullition usieurs jours, et même alors on n'obtient que peu de colle. La dissolution de la plupart de ces tissus n'est pas précipitée par le cyanure ferrico-potas-

Tissu cellulaire. Il se compose de faisceaux de fibres entrelacés, qui laissent des entre eux. Les faisceaux résultent d'un assemblage de fibres transpa-

rentes, parallèles, dont le diamètre est de 0,0007 ligne anglaise. Les fibres pri tives sont limitées par des lignes parfaitement droites, et se font remarquer leur forme contournée, qui rappelle celle des cheveux frisés. Ce tissu se ré complétement en colle par l'ébullition (1).


Fig. 33.



2° Le *tissu contractile du dartos* ressemble tout à fait au tissu cellulaire, qu on l'examine au microscope; mais il est d'un rougeâtre pâle, et ses faisceaux fibres, formant moins de mailles, sont plus dirigés dans le même sens. La c le réduit entièrement en colle. La dissolution acide du dartos, du tissu cell sous-cutané et des tuniques des vaisseaux donne un précipité par le cyanure rico-potassique (Retzius), ce qui annonce une différence entre le tissu contrac et le tissu cellulaire ordinaire.

3° *Tissu des membranes séreuses.* Il se compose également de fibres entrel qui laissent entre elles peu de vides, et dont les faisceaux sont très rapproch uns des autres.

(1) Figure 33, les deux éléments du tissu cellulaire dans leur relation naturelle l'un l'autre : *a* l'élément fibreux blanc, avec des noyaux de cellule *i*, qui y sont peu visibles; *b* l' ment fibreux jaune, montrant le caractère rameux ou anastomotique de ses fibrilles; *c* fil de l'élément jaune, beaucoup plus belles que le reste, mais ayant un caractère sembl bouclé; *d* noyaux de cellules avec nucléoles; souvent ils apparaissent libres. Pris du t cellulaire sous le muscle pectoral; grossissement 320 diamètres (*The physiological an and physiology of man, by Todd and Bowman*, London, 1845 p. 74). — Développement du t aréolaire avec l'élément fibreux : *e* cellules à noyaux, d'une forme arrondie; *f, g, h*, les cel allongées à différents degrés et ramifiées; à *h* les extrémités allongées se sont réunies à d'a et prennent déjà un caractère manifestement fibreux. D'après Schwann.

Tissu tendineux ou fibreux. Il est composé de fibres réunies en faisceaux, naillles, et qui sont tantôt parallèles, tantôt croisées. Ses fibres primitives nblent à celles du tissu cellulaire, pour la forme et le volume. Les masses lérables ou les membranes de ce tissu ont un aspect satiné ; les faisceaux rent aussi des points alternativement clairs et obscurs, à cause de la disposi-nduleuse des fibres. Trois heures d'ébullition suffisent pour que le tissu ieux donne beaucoup de colle.

Peau. La base de la peau, dans laquelle sont implantés des organes divers, ie follicules pileux, follicules sébacés, glandes sudorifères, est un tissu de entrelacées. La surface de cette membrane forme de petites élévations, ées *papilles*, que recouvrent le réseau de Malpighi et l'épiderme. Ce dernier tient aux formations cornées, dont nous parlerons plus loin. La peau, sou-à une ébullition prolongée (pendant vingt heures), se résout tout entière, ı moins pour la plus grande partie, en colle. C'est sur la propriété dont jouit atine de produire avec le tannin une combinaison qui résiste à la putréfaction, epose l'art du tanneur.

substance qu'on obtient de tous ces tissus est la gélatine ou colle, que le n, le chlore, le chlorure mercurique et l'alcool précipitent, mais qui ne e pas de précipité par l'alun, l'acide acétique, l'acétate plombique et le sul-luminique. La gélatine précipitée par l'alcool se redissout dans l'eau chaude. èce particulière de colle que j'ai décrite sous le nom de *chondrine*, et qu'on : des cartilages permanents, ressemble en plusieurs points à la colle ordinaire, elle en diffère aussi à certains égards. L'alun, le sulfate aluminique, l'acide que et l'acétate plombique la précipitent. Le précipité déterminé par l'alun dissous par un excès de réactif ; mais un excès d'acide acétique ne redissout elui que cet acide a fait naître. A la vérité, la caséine est précipitée aussi par èmes réactifs que la chondrine ; mais elle diffère de celle-ci parce qu'elle n'a ı propriété de se prendre en gelée, et par la manière dont elle se comporte le cyanure ferrico-potassique, l'alun et l'acide acétique. Le précipité de ne et d'alun ne se redissout pas dans un excès d'alun, tandis que celui auquel le acétique donne lieu est soluble dans un excès d'acide.

Cartilages (1). On les divise en quatre classes :

Cartilages pourvus de corpuscules cartilagineux. Les cartilages permanents et des os avant l'ossification sont composés d'une substance translucide, trouble, tinctement fibreuse, dans laquelle sont épars des corpuscules microscopiques, lables à de petites vésicules, et qui sont les corpuscules cartilagineux, dont on la découverte à Purkinje. Ces corpuscules sont des cellules à noyau, contenant ois elles-mêmes d'autres cellules à noyau plus petites. Les cellules sont ce qu'il le primitif dans le cartilage : la substance intermédiaire se produit plus tard iwann). J'ai reconnu que tous les cartilages de cette classe donnent de la ndrine par la coction, et qu'aucun d'eux ne fournit de colle ordinaire. Ce

(1) *Voy.*, sur la structure des cartilages, PURKINJE et DEUTSCH, *De penitiori ossium struc-*. Breslau, 1834. — ARNOLD, dans TIEDEMANN's *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. V, p. 2. — SCHER, *De inflammatione ossium eorumque anatomia generali*. Berlin, 1836. — J. MUELLER, s POGGENDORFF's *Annalen*, t. XXXVIII. — PURKINJE et MECKAUER, *De penitiori cartilagi-* *structura*. Breslau, 1836.

sont les cartilages costaux, ceux du larynx et de la trachée-artère, du nez et de la trompe d'Eustache, le cartilage des os avant l'ossification, et les cartilages articulaires.

b. Tissu de la cornée. La cornée est composée de quatre couches. L'externe devient instantanément d'un blanc de neige dans l'eau chaude : c'est un épithélium qui se continue avec celui de la conjonctive ; ce dernier n'a cependant pas la même manière de se comporter avec l'eau chaude. Les cellules constituantes de l'épithélium doivent donc présenter, sur la cornée, quelque chose de particulier, soit dans leur disposition, soit dans leur contenu. La substance de la cornée est formée de faisceaux entrecroisés de fibres claires, sans cellules cartilagineuses (1). J'ai constaté qu'elle se résout entièrement en chondrine : c'est donc un fibro-cartilage transparent. La troisième couche constitue une membrane anhiste, mince, mais cependant très solide, qui porte le nom de Descemet, et qu'à l'aide de la macération dans l'eau froide on parvient aisément à détacher. Les acides et l'alcool ne la troublent pas, tandis qu'ils produisent cet effet sur la cornée. Tout à fait en dedans, on trouve une couche de cellules épithéliales (2).

c. Cartilages spongieux. Ils ont été découverts par Miescher. On range dans cette classe les cartilages jaunâtres de l'oreille externe, l'épiglotte, les cartilages de Santorini et de Wrisberg. Ces cartilages sont jaunes, spongieux d'outre en outre, et celluleux ; la substance intercellulaire, manifestement fibreuse, est beaucoup moins abondante que dans les cartilages de la catégorie précédente ; après plusieurs jours d'ébullition, ils ne donnent qu'une quantité extrêmement petite d'un extrait qui ne se prend pas en gelée, et dont les propriétés chimiques ressemblent à celles de la chondrine, tandis que, pour les autres cartilages qui contiennent de la chondrine, quinze ou vingt heures suffisent pour qu'ils donnent une gelée de cette substance. Henle assimile ces cartilages aux fibro-cartilages ligamenteux, dont ils diffèrent cependant par leur structure microscopique.

d. Cartilages ligamenteux. Ici se rangent les cartilages intervertébraux et les symphyses. Dans cette formation, qui se rapproche du tissu ligamenteux, quant à l'aspect, les fibres forment la masse principale, et les couches des fibres se distinguent déjà sur la coupe ; les cellules sont rares, ou manquent entièrement. A l'époque de la publication des précédentes éditions de mon Manuel, je n'avais examiné, parmi ces cartilages, que ceux auxquels on donne le nom d'interarticulaires, au genou, et, comme j'en avais obtenu de la colle, mais point de chondrine, je m'étais fondé là-dessus pour admettre que tous les fibro-cartilages analogues, c'est-à-dire les ligaments intervertébraux et les symphyses, diffèrent des véritables cartilages et fibro-cartilages (cornée) qui fournissent de la chondrine. Henle regarde les ligaments intervertébraux, les synchondroses et les cartilages interarticulaires des articulations sterno-claviculaire et temporo-maxillaire, comme des fibro-cartilages, tandis qu'il prétend que les cartilages interarticulaires du genou sont du tissu cellulaire ordinaire, en sorte que les réactions chimiques de ces derniers ne seraient point applicables aux autres fibro-cartilages. Si les cartilages interarticulaires appartenaient réellement à deux classes tout à fait différentes de tissu

(1) VALENTIN, *Repertorium*, 1836.

(2) HENLE, *Anat. génér.*, t. I. p. 342.

à un fait étrange, contre l'adoption duquel s'élèvent les idées d'unité
e esprit éprouve le besoin. Pour tirer la chose à clair, j'ai soumis à un
amen chimique les fibro-cartilages en question, et voici les résultats que
ns. Les ligaments intervertébraux et les cartilages intermédiaires de l'arti-
terno-claviculaire donnent indubitablement de la chondrine après une
prolongée, de sorte que l'opinion de Henle à leur égard est fondée; j'ai
pendant, dans une expérience faite depuis, que les cartilages interarticu-
enou se comportaient de la même manière. Ces cartilages sont bien plus
dissoudre, et il est probable que, la première fois, je ne les avais pas fait
ssez longtemps. Cette fois-ci, j'ai remarqué qu'après une coction de
ures, ils étaient fort peu dissous, et qu'il ne se formait point encore de
ais la portion dissoute se comportait, à tous égards, comme une dissolu-
hondrine. Toutes les expériences ont été faites sur des fibro-cartilages
s adultes. On peut conclure de là, avec assurance, que tous les cartilages
ulaires se comportent comme les ligaments intervertébraux (et les autres
s), et qu'ils appartiennent à la même formation de cartilages, aux fibro-
ligamenteux. Le cartilage tarse des paupières n'a point encore été
l'analyse chimique; mais, vraisemblablement, il appartient aussi à la
égorie.

tilages des poissons cartilagineux ne diffèrent pas essentiellement de ceux
s animaux. C'est du moins ce qui ressort de mes expériences. Après plu-
rs de coction, ils se résolvent en une colle qui ne fait pas gelée, mais qui
che beaucoup de la chondrine.

es animaux sans vertèbres, la matière à laquelle on donne le nom de car-
ère chimiquement du cartilage; elle est absolument insoluble dans l'eau
même après l'ébullition la plus prolongée.

alyse de Frommherz et Gugert nous apprend quelles sont les substances
qui entrent dans la composition des cartilages. Suivant Gugert, 100 par-
ndre des cartilages costaux d'un homme de vingt ans, qui n'avaient ce-
as été brûlés assez complétement pour détruire entièrement le charbon,
nt:

Carbonate sodique	35,06
Sulfate sodique	24,24
Chlorure sodique	8,23
Phosphate sodique	0,92
Sulfate potassique	1,20
Carbonate calcique	18,37
Phosphate calcique	4,05
Phosphate magnésique	6,90
Oxyde ferrique et perte	0,99

ne femme de soixante-trois ans, les sels solubles furent moins abondants,
ntité du phosphate calcique dépassa celle du carbonate calcique.

tilages contiennent les deux tiers de leur poids d'eau.

Les os, traités par l'acide chlorhydrique étendu, laissent un cartilage,
e l'acide dissout les sels calciques. Le cartilage se convertit tout entier en

colle, lorsqu'on le soumet à l'ébullition. Chez les animaux supérieurs, la ter os se compose en majeure partie de phosphate et de carbonate calciques, av petite quantité de phosphate magnésique et de fluorure calcique. Le ph calcaire des os est basique, et représente une combinaison particulière, obtient d'ailleurs toujours lorsqu'on précipite le phosphate calcique par un d'ammoniaque. Dans l'urine, le phosphate calcique est acide et dissous; il que, dans l'ostéomalacie, l'urine entraîne plus de ce sel dissous.

Voici les résultats de l'analyse des os d'homme et de bœuf par Berzelius.

	Homme.	Bœuf.
Cartilage complétement soluble dans l'eau.	32,17	33,30
Vaisseaux	1,13	
Phosphate calcaire basique	51,04	55,45
Carbonate calcique	11,30	3,85
Fluorure calcique	2,00	2,90
Phosphate magnésique	1,16	2,05
Soude, avec très peu de chlorure sodique	1,20	2,45
	100,00	100,00

Suivant Schreger, la proportion des principes constituants terreux des os est moitié chez l'enfant, des quatre cinquièmes chez l'adulte, et des sept huiti chez les vieillards (1).

Un fait qui prouve que le phosphate calcique existe comme tel dans les os, l'affinité de la garance pour les os des animaux vivants, qu'elle colore en rouge.

Le cartilage des os a, en général, la même structure que les cartilages pe nents, et, avant l'ossification, il leur ressemble parfaitement. Lorsqu'on fait ma pendant longtemps, dans des acides étendus, un cartilage qui a été dépou sa chaux, il se divise en couches, séparables les unes des autres comme les tun d'un oignon. Ces couches peuvent être distinguées jusque sur le cartilage elles suivent la direction des surfaces dans les os plats, et sont concentrique les os cylindriques; il y a, en outre, des couches concentriques secondaires, les systèmes sont embrassés par les couches concentriques à la surface des os c driques. Au centre des couches secondaires, on trouve les canalicules osseu contiennent de la graisse et des vaisseaux, et qu'on aperçoit partout sur les c transversales des os. Les canalicules sont, en petit, ce qu'est en grand la cellulaire des os cylindriques. Ils affectent une direction longitudinale dans ce niers, et s'anastomosent ensemble çà et là; dans les os spongieux, ils sont placés par les cellules médullaires ou adipeuses. Parmi les détails de la stru fine des os, il en est beaucoup qu'on ne peut apercevoir sur le cartilage lui-m mais qu'on distingue très bien sur des lamelles osseuses que l'on coupe très mi Lorsqu'on examine des lamelles de ce genre au microscope, on découvre de puscules ovales, ayant la forme de ceux du cartilage, et qu'on nomme corp osseux, de chacun desquels partent en rayonnant des canalicules très délié quelques uns sont un peu ramifiés. Le diamètre de ces canalicules rayonnan

(1) *Voy.*, sur les os malades, Bostock, *Med. chir. Trans.*, vol. IV.

e 0,0002 à 0,0003 ligne. Ils paraissent obscurs à la lumière transmise, comme les corpuscules osseux, tandis que la substance interposée entre eux et les corpuscules est tout à fait transparente dans les lames qui ont peu d'épaisseur. A la lumière incidente, les corpuscules et les canalicules paraissent blancs. Après le traitement par les acides, ils deviennent parfaitement transparents. Au reste, les sels calcaires sont contenus, pour la plus grande partie, dans la masse intermédiaire transparente, qui fait la partie principale des os. C'est ce dont on acquiert la conviction lorsqu'on fait bouillir les lamelles d'os avec de la potasse, qui dissout la totalité ou la plus grande partie du cartilage, tandis que les sels calcaires restent blancs, outre les figures radiées. On ignore encore si les sels calcaires sont combinés chimiquement avec cette partie de l'os, ou s'ils y sont très finement déposés dans les interstices des molécules.

La partie animale de l'os, ou son cartilage, est composée de colle. Un fait remarquable, qui ressort de mes observations, c'est que la gélatine du cartilage de l'os est de la chondrine avant, et de la colle ordinaire après l'ossification. Alors même que des cartilages permanents s'ossifient, comme il arrive quelquefois à ceux du larynx, la portion ossifiée contient de la colle ordinaire, au lieu de chondrine. Les os frappés de ramollissement ne donnent pas plus de colle que d'autres par l'ébullition et contiennent une quantité extraordinaire de graisse.

Le squelette cartilagineux des squales et des raies possède une croûte ossifiée, qui se compose de petites plaques ou colonnettes osseuses, appliquées les unes contre les autres en manière de mosaïque.

Les os cutanés des animaux ne doivent pas être confondus avec les productions cornées qui se développent à la peau. Ceux des tatous, des tortues, des esturgeons, etc., comme les boucliers osseux des crocodiles et les écailles osseuses des sauriens, sont organisés à l'instar des autres os, tandis que la corne est dépourvue de vaisseaux. Par-dessus l'os cutané organisé, il y a encore de la corne, par exemple, l'épiderme sur les boucliers des tatous, ceux des crocodiles et les écailles des sauriens, ou l'écaille sur le test des tortues.

8° *Tissu élastique*. Ce tissu est jaunâtre, et il a cela de particulier, que ses fibres non seulement sont fort inégales entre elles quant au volume, mais encore s'anastomosent ensemble, ce dont nulle autre espèce de fibres ne fournit aucun exemple. Telle est la disposition du tissu élastique partout, dans la tunique moyenne des artères, dans les fibres élastiques de la trachée-artère, dans les ligaments du larynx, dans les ligaments jaunes de la colonne vertébrale, dans le ligament cervical des animaux, dans la membrane volitante des oiseaux, des chauves-souris et des sauriens aptes à voler, dans le sac guttural du pélican, dans le ligament élastique du pénis de l'autruche, des canards et des oies, dans les ligaments élastiques des phalanges onguéales des chats, dans le coussin élastique de la plante des pieds de l'éléphant. Cependant ces fibres élastiques anastomosées sont remplacées, dans la tunique moyenne des artères des cyclostomes, par des faisceaux fibreux jaunes, composés uniquement de fibres parallèles contournées et parfaitement homogènes, comme les filaments du tissu cellulaire non élastique de la tunique externe des artères.

Le tissu élastique (1) conserve son élasticité quelque longtemps qu'on le tienne

(1) *Voy.* Eulenberg, *De tela elastica*. Berlin, 1836. — Mueller, dans Poggendorff's *Annalen*, t. XXXVIII.

plongé dans l'alcool, et alors même qu'on le fait bouillir pendant plusieurs jours. Il ne donne que très difficilement un peu de colle par l'ébullition, et cela au bout seulement de plusieurs jours; mais cette colle est particulière, et ne peut par conséquent pas provenir du tissu cellulaire qui existe dans les parties élastiques. Elle se rapproche beaucoup de la chondrine, à laquelle elle ne ressemble cependant pas parfaitement. L'acide acétique et l'acétate plombique la troublent fortement; l'alun et le sulfate aluminique la précipitent; mais le sulfate ferrique n'y fait pas naître de précipité, et la rend seulement opaline (1).

(1) Le *tissu adipeux* n'a point de relation de structure ou de fonction avec le tissu cellulaire, quoique d'ordinaire ils se déposent en connexion l'un avec l'autre. Mais cette connexion n'a rien d'essentiel. Dans les interstices des os il y a un abondant dépôt de graisse, mais point de tissu cellulaire; et en plusieurs endroits, tels que les paupières, le dessous de l'aponévrose épicrânienne, l'intervalle entre le rectum et la vessie, le dessous des membranes muqueuses, [illegible] dans la peau entière, le tissu cellulaire existe sans jamais être accompagné par la graisse. Il faut faire une distinction entre la graisse et le tissu adipeux. Le *tissu* est une membrane d'une extrême ténuité, sous forme de cellules ou vésicules fermées; la *graisse* est la matière qui y est incluse. La membrane des vésicules adipeuses ne dépasse pas $\frac{1}{[illegible]}$ d'un pouce en épaisseur [illegible] tout à fait transparente. Elle est humectée par un fluide aqueux. Elle est parfaitement homogène, n'ayant aucune apparence de structure complexe, et, par conséquent, appartient à la classe des membranes simples ou élémentaires. Chaque vésicule est un organe parfait en soi, de [illegible] $\frac{1}{[illegible]}$ de pouce en diamètre, dans sa pleine extension, et est pourvue à l'extérieur de vaisseaux sanguins capillaires, qui ont une disposition particulière. Les vésicules de graisse sont habituellement déposées en grand nombre ensemble; alors elles sont aplaties sur leurs côtés contigus, et prennent une figure plus ou moins polyédrique (fig. 34). Mais, quand elles sont isolées,

Fig. 34 (*).

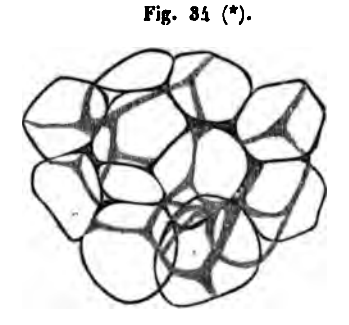
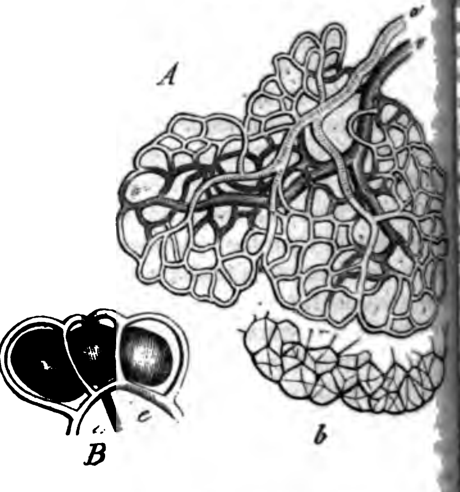


Fig. 35 (**).



la forme en est arrondie, comme on peut le voir en une disposition admirable dans la double série de ces vésicules qui fréquemment accompagne les petits vaisseaux traversant les expansions membraneuses du tissu cellulaire et autres structures lamelleuses, telles que le mésentère de petits ani-

(*) La figure 34 représente les vésicules graisseuses prenant la forme polyédrique en raison de leur [illegible] sion réciproque. Les vaisseaux capillaires ne sont pas représentés. — De l'épiploon, grossissement 300 [illegible] mètres. (*The physiological anatomy and physiology of man, by Todd and Bowman.* London, [illegible] p. 81.)

(**) La figure 35 représente les vaisseaux sanguins de la graisse. *A*, petit lobule graisseux aplati, [illegible] lequel les vaisseaux seulement sont représentés; *a*, l'artère terminale; *v*, la veine primitive; *b*, vésicules graisseuses d'un bord du lobule représentées séparément. Grossissement, 300 diamètres. *B*, plan de l'arrangement des capillaires à l'extérieur des vésicules; grossissement plus considérable. (*Ib.*)

Influence des nerfs.

Les paralysies du cerveau et de la moelle épinière n'exercent souvent aucune influence sur la nutrition ; mais, dans beaucoup de cas, les parties paralysées sont atrophiées, flasques, et ce qui témoigne surtout du rôle que l'action nerveuse joue dans la nutrition, c'est que la gangrène s'empare aisément de ces parties lorsqu'elles viennent à être lésées. Schrœder van der Kolk a observé que la conversion de la

maux. Quand la graisse est en quantité considérable, elle est d'ordinaire subdivisée en petits fragments ou lobules. Les vaisseaux sanguins entrent par les fentes entre les lobules (fig. 35), et bientôt se distribuent dans l'intérieur sous la forme d'un réseau capillaire, dont les vaisseaux occupent les angles formés par les faces contiguës des vésicules, et s'anastomosent ensemble là où ces angles se rencontrent. La graisse est une substance blanche ou jaune, inorganisée, et sécrétée dans l'intérieur des vésicules adipeuses. On peut souvent découvrir une séparation spontanée de la partie solide (margarine ou stéarine), et de la partie fluide (élaïne) dans la vésicule graisseuse du sujet humain. La portion solide se rassemble en un point de la surface interne de la membrane celluleuse, et ressemble à une petite étoile (fig. 36.) L'élaïne occupe le restant de la vésicule, excepté quand la quantité de graisse dans la cellule est plus petite que d'ordinaire, cas auquel nous pouvons souvent discerner un peu de fluide aqueux entre l'élaïne et la membrane celluleuse du côté le plus éloigné de l'étoile (fig. 36).

Fig. 36 (*).

Le tissu adipeux est très répandu dans tout le règne animal. On le trouve dans les larves aussi bien que dans l'insecte parfait; on le trouve aussi dans les mollusques. Toutes les tribus des vertébrés en sont pourvues. Les vésicules du tissu adipeux sont originairement gravées de noyaux avec un granule ou nucléole central. Le noyau est situé sur la surface interne de la membrane celluleuse; et, si elle est épaisse, dans la substance de la membrane. Le noyau est absorbé complètement, et ne reparait plus. Ainsi il est probable que la cellule primitive de développement prend une forme permanente dans la vésicule adipeuse. Beaucoup de faits prouvent que les éléments de la graisse proviennent du sang. Ces éléments sont introduits dans le système avec les aliments de nature animale ou végétale; probablement aussi avec ces parties de l'aliment qui, en composition, ressemble le plus à la graisse, telles que les substances non nitrogénées, amidon, gomme, sucre, alcool, bière, etc. Liebig établit que, par la séparation d'une petite proportion d'oxygène, chacune de ces substances présente une composition semblable à celle de la graisse, en abandonnant un équivalent d'acide carbonique et sept équivalents d'oxygène. Donc le système est imparfaitement pourvu d'oxygène, tandis que des composés organiques contenant du carbone y sont amenés en quantité considérable, les plus favorables conditions existeront pour le développement de la graisse. L'oxygène requis sera pris à l'aliment carbonisé, lequel, par cette diminution d'oxygène, sera changé en graisse. D'un autre côté, l'exercice et le travail, qui accroissent la fourniture d'oxygène, diminuent ou empêchent la formation de la graisse. La production de la graisse, dit Liebig, est toujours une conséquence d'un approvisionnement insuffisant d'oxygène, car ce gaz est absolument indispensable pour la dissipation de l'excès de carbone dans l'aliment. Un bon exemple de ces vues est fourni par les animaux carnivores : à l'état sauvage, vivant entièrement d'aliments azotés, et jouissant pleinement de l'air et de l'exercice, ils sont maigres; mais, à l'état domestique, vivant d'aliments mélangés, dévorant des substances très azotées, et étant imparfaitement approvisionnés d'oxygène, ils deviennent gras. Dans les animaux hibernants, de la graisse est déposée en quantité énorme avant l'époque de l'hibernation ; et durant ce temps elle disparaît graduellement, fournissant de la nourriture à l'organisme et du carbone pour le travail respiratoire. Enfin, la graisse, conduisant mal le calorique, est utile pour le retenir dans le corps des animaux. É. L.

(*) Figure 36. Vésicules graisseuses prises sur un sujet émacié : *a*, *a*, la membrane celluleuse ; *b*, *b*, la portion solide rassemblée comme une masse étoilée, avec l'élaïne qui y est unie, mais qui ne remplit pas la cellule. (*Ib.*)

substance musculaire en graisse et l'ossification des artères avaient souvent lieu dans les membres frappés de paralysie.

Chez l'embryon, la nutrition est fort indépendante du cerveau, puisque les monstres acéphales, par exemple, viennent au monde parfaitement nourris. D'un autre côté, on a remarqué qu'en général l'absence de certains nerfs entraînait celle de l'organe correspondant, et réciproquement (1). Des monstres qui ne se composaient que d'un seul membre, ont cependant offert un renflement de masse nerveuse d'où partaient les nerfs du membre, et qu'on pouvait considérer comme un rudiment de la moelle épinière.

Les métamorphoses des insectes et des reptiles fournissent l'occasion de se convaincre que les organes et les nerfs dépendent réciproquement les uns des autres pour leur existence. Au moment de la transformation, le système nerveux des insectes prend une disposition relative à celles qu'affecteront les organes futurs; chez la chenille, les nœuds du cordon nerveux sont à peu près semblables les uns aux autres, comme les segments du corps; mais, lorsqu'il se développe des ailes et des pattes, plusieurs d'entre eux se confondent en masses plus volumineuses, correspondantes aux points qui ont acquis de nouveaux organes (2). Dans la métamorphose des têtards de grenouilles, l'extrémité de la moelle épinière disparaît avec la queue, tandis qu'avec les membres se forment les nerfs qui leur sont destinés.

Mais il faut bien se garder de donner à cette relation réciproque une interprétation telle qu'on pût croire que la production des organes dépend de la préexistence des nerfs. Les nerfs et les organes sont engendrés par une seule et même force dans la substance proligère, au sein de laquelle repose et dort en quelque sorte la force organisatrice tout entière. La même chose arrive chez l'adulte, bien qu'à un moindre degré, quand une partie quelconque, un os, par exemple, vient à se régénérer, et l'on n'est point fondé à prétendre ici que le phénomène dépend des nerfs, puisqu'on ne connaît pas de nerfs dans les os.

La nutrition doit donc être considérée, eu égard à sa cause première, comme entièrement indépendante de l'influence nerveuse; elle est le résultat d'une force inhérente à toutes les molécules animales vivantes, une action accomplie par les molécules plastiques primaires, c'est-à-dire par les cellules, et qui se manifeste dans les nerfs eux-mêmes. L'influence incontestable que ces derniers exercent sur les parties en voie de se nourrir ressemble davantage au régulateur d'une horloge, laquelle porte en elle-même les causes de sa marche. Des effets qui ont lieu dans le système nerveux peuvent accélérer, activer et affaiblir la marche de la nutrition; c'est en cela aussi que consiste la véritable relation entre ce système et les sécrétions.

Nous possédons quelques expériences qui jettent du jour sur l'influence que les nerfs exercent dans les actions dont les vaisseaux du plus petit calibre sont le siége. Magendie a vu que des vomitifs injectés dans les veines provoquaient l'inflammation des poumons et de l'estomac, mais à un degré bien moindre, lorsque les nerfs de la paire vague avaient été préalablement coupés. Il a remarqué aussi qu'après la section du nerf trijumeau, les irritations vives du globe de l'œil ne détermi-

(1) TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. I, p. 76.—MAYER, *ibid.*, t. II, p. 41.
(2) HEROLD, *Entwickelungsgeschichte des Schmetterlings*. Cassel, 1815.

d'ophthalmie, mais qu'au bout de quelques jours il s'en établissait une, avec idation dans l'intérieur de l'organe, alors même que celui-ci n'avait point été é (1). Dupuy a vu une ophthalmie survenir après l'extirpation du ganglion cer- supérieur, et Mayer a fait la même observation après la ligature du grand pathique (2). Schrœder van der Kolk coupa le nerf sciatique et le nerf crural e des pattes d'un chien, et fit ensuite une plaie aux deux pattes : le lendemain, laie du membre paralysé était plus sèche que celle de l'autre; dans l'espace de s semaines, cette dernière manifesta des phénomènes inflammatoires beaucoup intenses; il survint de la suppuration, et des bourgeons charnus se dévelop- nt, tandis que, du côté paralysé, la plaie, qui était blafarde, ne s'enflamma que pas, et laissa exsuder une matière blanche, qui forma croûte en se dessé- it (3). J'ai observé, après la section du nerf sciatique, chez les lapins, que l'ani- s'appuyait sur le talon de la patte paralysée, où s'était produite une escarre. On également rapporter ici les changements brusques que les plaies subissent à la t des affections morales, qui souvent leur font prendre en très peu de temps un vais aspect, comme le témoignent Vering et Langenbeck (4).

(1) *Journ. de physiol*, t. IV, p. 176, 304.

(2) GRÆFE et WALTHER, *Journ.*, t. X, p. 3.

(3) *Observ. anat. pathol.*, 1826, p. 14.

(4) *Voy.* SCHROEDER, *loc. cit.*, p. 28. — M. Brown-Séquard a révoqué en doute cette action section des nerfs. Sans prétendre mettre en question l'influence du système nerveux sur la ion, il a voulu montrer que les faits spéciaux relatifs au nerf sciatique n'ont aucune valeur, minant ce qui se passe quand on a coupé le nerf sciatique, soit chez des grenouilles, soit les lapins et des cobayes. Quant aux grenouilles, lorsqu'on a soin d'éviter l'entrée de l'eau plaie sous la peau, en humectant l'animal, on ne voit survenir, après la section du nerf ue, aucune altération pathologique, à l'exception toutefois d'une légère atrophie du re paralysé. Chez les mammifères, il a cherché si les altérations qu'on a signalées n'étaient fet de la compression et du frottement des parties paralysées contre les corps durs. Henle s la supposition que ces altérations peuvent provenir en partie de ce que l'animal, ne sen- tus les portions paralysées du membre, reste appuyé dessus de façon à y gêner le cours du (*Anat. gén.*, t. II, p. 248, note). Pour trouver ce qu'il en est à cet égard, M. Brown- rd a coupé le nerf sciatique aussi haut que possible sur des cobayes et des lapins. Quel- s furent laissés libres dans un cabinet carrelé; les autres furent enfermés dans une grande dont le fond était recouvert d'une couche épaisse de son et de foin. En moins de quinze il y avait déjà des altérations pathologiques notables chez les cobayes et les lapins libres : ent tous perdu les ongles des doigts paralysés; l'extrémité du membre était tuméfiée, les is à nu étaient rouges, engorgés et couverts de bourgeons charnus. Au bout d'un mois, rations précédentes s'étaient augmentées, et la nécrose était survenue dans les os dénudés. s animaux enfermés dans la caisse, aucune de ces lésions n'eut lieu. Ce n'est donc pas le d'action nerveuse qui est la cause de ces altérations, mais bien le frottement des parties ées contre un sol rugueux et dur. Quant à la supposition de Henle, relativement au rôle mpression seule, elle est démentie par ces expériences, puisque la compression des parties ées a eu lieu sans produire d'effet nuisible chez les animaux tenus sur du son et du foin. qu'il y ait compression et frottement contre des corps durs et rugueux, pour que les alté- s signalées se produisent. (*Comptes rendus de la Soc. de biologie*, 1849, p. 136.) É. L.

CHAPITRE II.

De l'accroissement.

L'accroissement des êtres organisés suit, en grande partie, les lois qui ont pré-sidé à leur première formation. Leurs premiers éléments sont des cellules; les mo-lécules des tissus qu'on trouve plus tard encore sont, ou des cellules plus nom-breuses, ou des éléments qui se sont formés de cellules. Tout accroissement se réduit donc à une formation de nouvelles cellules, et au grossissement des formes qui sont nées de ces cellules. J'ai déjà dit, dans les Prolégomènes, comment, d'après les observations de Schwann, la formation première des cellules s'accom-plit dans le cytoblastème, et quel rôle joue à son égard le noyau futur de la cel ou le cytoblaste. L'exposition détaillée de cette théorie doit être renvoyée au pitre où il sera question de l'histoire du développement : cependant je ne puis dispenser d'en faire connaître ici les résultats les plus généraux.

Il est quelques tissus dans lesquels les cellules continuent toujours d'être éléments de la forme, ou bien il se développe seulement entre elles une sub intercellulaire : tels sont les véritables cartilages. L'accroissement consiste ici une formation de nouvelles cellules dans l'intérieur de celles qui existaient et en une augmentation de la substance intercellulaire. Ailleurs les cellules tent, elles s'allongent, et donnent ainsi naissance à des filaments, qui vont tou en croissant : c'est ainsi que se produisent et s'accroissent les filaments du cellulaire, et que les choses se passent sur tous les points où du système cell se forme dans l'organisme adulte. Ici, même chez l'adulte, nous avons des qui sont les équivalents de cellules isolées. L'accroissement consiste en ce que filaments nouveaux naissent de cellules, et en ce que ceux qui existent déjà longent.

Les filaments musculaires, les filaments nerveux et les vaisseaux capillaires ou doivent être considérés, au contraire, comme les équivalents de plusieurs lules unies ensemble, car ils résultent de la fusion d'une série de cellules, réunion produit des tubes. C'est ainsi qu'il faut interpréter les observations Valentin (1), à qui nous devons les premières recherches relatives à ce phé-mène. Suivant lui, les muscles sont d'abord composés, chez l'embryon, de glo qui disparaissent ensuite, de manière qu'à un filament affectant la forme d'un pelet, il s'en substitue un autre parfaitement cylindrique. Ces cylindres se div ensuite en d'autres plus grêles encore, qui sont les fibres musculaires primi D'après les observations de Schwann, les globules disposés en série à la sui uns des autres, sont des cellules, pourvues, comme à l'ordinaire, de noyaux. fusion de ces cellules résulte un tube, dans la paroi duquel les noyaux deme implantés, et dont l'intérieur est rempli de contenu des cellules, qui donne sance aux fibres musculaires proprement dites. Ainsi, la coalition des cell produit que les faisceaux musculaires primitifs, qui sont des équivalents de ce

(1) *Historiæ evolutionis syst. musc. prolusio.* Breslau, 1832.

s ou des cellules secondaires. L'accroissement des muscles doit donc re-
e formation de nouveaux faisceaux primitifs, de l'allongement de ceux
t déjà, et de la multiplication des fibres primitives. Les faisceaux de ces
sont encore entourés, même chez l'adulte, d'une enveloppe anhiste ; c'est
vais vu dans les fibres musculaires des insectes, longtemps avant qu'on
à interpréter le fait. Schwann prétend que de nouveaux faisceaux mus-
forment dans la matrice, pendant la grossesse, de sorte qu'on peut les
à toutes les périodes de leur développement.
es nerveux se forment par fusion de cellules nerveuses, et c'est également
nul doute, qu'a lieu, après la section des nerfs, la conversion de la sub-
la cicatrice en filets nerveux.
ation de vaisseaux sanguins nouveaux chez l'adulte paraît s'accomplir de
nanière que celle qui a lieu, chez le fœtus, dans la couche germinative
le blastoderme, au dedans de ce qu'on nomme l'*area vasculosa*. Le cyto-
ui y fournit est la liqueur du sang, dans laquelle, quand elle vient à se
et à se solidifier sur la surface des organes, par l'effet d'une maladie, on
velopper en peu de temps des vaisseaux nouveaux, qui entrent en rapport
ciens. Dœllinger a observé la formation de nouveaux vaisseaux dans la
jeunes poissons : il a vu l'anse primitive simple par laquelle avait lieu le
l'artère à la veine, faire place à des anses nouvelles, de plus en plus
s (1). On ne savait point encore à cette époque que la substance dans
se produit de nouveaux courants est un composé de cellules.
seaux capillaires ne prennent part à la nutrition qu'en ce qu'ils fournis-
tière nécessaire pour former l'élément des tissus. Quand on songe com-
éments des tissus, les fibres musculaires, celles du tissu cellulaire, etc.,
, comparativement aux vaisseaux capillaires, quand on se rappelle aussi
les insectes, le système vasculaire est très simple, et ne comprend qu'un
re de courants ramifiés, on se voit forcé de renoncer à l'hypothèse étroite
ue suivant laquelle les capillaires ne seraient pas uniquement chargés
e le liquide nourricier, mais joueraient encore un des principaux rôles
trition et la formation des éléments des tissus. Qu'on se rappelle seule-
le microscope fait apercevoir, dans la poussière dont sont couvertes les
pidoptères, des configurations qui ne peuvent devenir visibles qu'à l'aide
rts grossissements, et que cependant la circulation est fort simple chez
ux. La formation des molécules élémentaires des tissus s'opère dans la
sang qui, attirée par ces derniers, vient les baigner, après avoir tra-
arois vasculaires, et les faits cités prouvent que cette organisation peut
r, dans la substance plastique, à une grande distance de l'influence des
La liqueur du sang tend d'elle-même à s'organiser. Telle qu'elle trans-
l'inflammation et dans la matrice, après la conception, elle est d'abord
; mais, si on l'examine un peu plus tard, on y aperçoit déjà des traces
l'une formation de fibres. Dans la nutrition, cette tendance reçoit une
déterminée par les parties élémentaires déjà existantes des tissus, et par
rganisatrice encore subsistante, force qui avait causé la manifestation

. Meyer, *Isis*, 1828.

réelle des éléments, tous contenus virtuellement dans le germe et qui, fixée sur les produits, chez l'adulte, continue à déployer son action.

Suivant que les tissus sont munis ou dépourvus de vaisseaux, le cytoblastème nécessaire à la formation des cellules, c'est-à-dire la liqueur du sang, leur arrive sur tous les points de leur intérieur, ou bien ils le reçoivent seulement à leur surface, et le tirent alors de celles des parties les plus voisines qui possèdent des vaisseaux. Dans le premier cas, les molécules qui constituent les tissus d'un organe végètent à travers la masse entière de ce dernier, et l'organe croît en tous sens, pour ainsi dire de dedans en dehors; dans le second cas, la végétation ne peut s'accomplir qu'au voisinage de la couche riche en vaisseaux, et le tissu ne peut croître qu'autant qu'il se produit, aux dépens du cytoblastème, des couches de molécules organisées, de cellules. On peut appeler le premier mode accroissement par intussusception, et le second accroissement par apposition.

Accroissement par intussusception.

Tous les tissus qui sont parcourus par des vaisseaux sanguins croissent de cette manière. Il a déjà été prouvé précédemment que beaucoup de parties qu'on croyait dépourvues de vaisseaux sanguins, en possèdent réellement quelques uns, comme la cornée, les cartilages, la capsule du cristallin. Le cytoblastème est fourni aux cellules végétatives du cartilage non seulement par les vaisseaux du périoste, ainsi que le pensait Schwann, mais encore par ceux qui pénètrent, en très petit nombre, il est vrai, dans l'intérieur du cartilage.

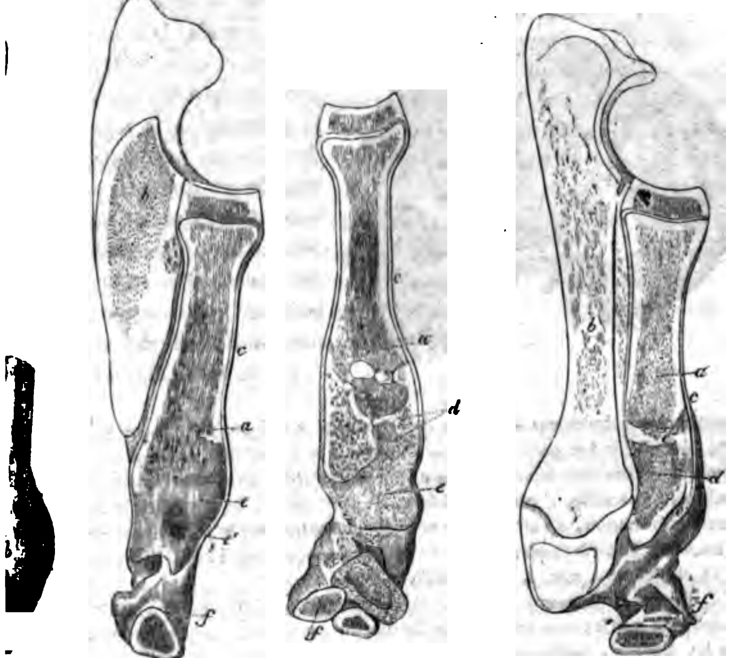
Au reste, l'existence des vaisseaux sanguins dans un tissu n'exclut pas la possibilité que celui-ci croisse davantage par certaines surfaces. Loin de là même, ce cas a lieu précisément dans les os. Les os changent bien dans toute leur épaisseur pendant l'accroissement, toutefois ils croissent surtout à la surface et aux extrémités, points sur lesquels naissent et s'ossifient des couches nouvelles de cartilage. Et tandis qu'ils s'accroissent ainsi à leur surface, leur intérieur est résorbé, pour faire place à la cavité médullaire (1). Suivant Duhamel, un anneau qu'on fixe autour d'un os cylindrique, chez un jeune animal, se trouve, au bout de quelque temps, embrasser non plus l'os, mais la moelle. Des pointes qu'on plonge dans le corps d'un os cylindrique, chez un animal encore peu avancé en âge, s'enfoncent peu, d'après les expériences de Hunter, quand elles occupent le centre de la diaphyse, et beaucoup au contraire lorsqu'elles ont été insérées aux extrémités. Du reste, les os changent jusque dans l'âge le plus avancé; par exemple, ceux du crâne continuent toujours de s'amincir par la disparition partielle de leur diploé.

La garance, qui a de l'affinité chimique pour le phosphate de chaux, et qui, lorsqu'on en introduit dans les aliments, ne colore en rouge que les os et les dents, communique cette teinte au tissu entier des os. Un jour suffit, d'après Mor... Gibson, pour rendre ces organes rouges de part en part chez de jeunes pigeons, tandis que, chez les pigeons adultes, ils ne deviennent roses qu'au bout de ... jours. Duhamel a trouvé des couches alternativement blanches et rouges lorsqu'alternativement il donnait de la garance aux animaux et la leur retirait; ... qu'il en administrait, la couche extérieure était rouge; elle se recouvrait d'une couche blanche lorsqu'il supprimait la garance. Duhamel conclut de là que les ...

(1) Voy. *Dictionn. des sc. méd.*, t. XXXVIII, p. 445.

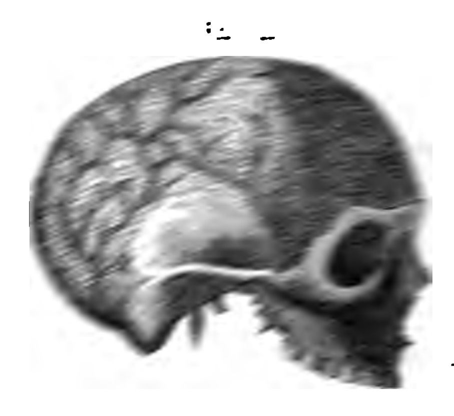
euse se forme couche par couche à la surface de l'os, comme le bois et ces expériences ont été répétées dernièrement par Flourens, qui a obtenu s résultats (1). Gibson avait déjà fait la remarque pleine de justesse que ion des os en rouge, chez les animaux nourris de garance, n'a pas le rapport avec la nutrition de ces organes, et qu'elle tient seulement à ce tière colorante répandue dans le sang est déposée dans les os par les vais- y amènent ce liquide (2). S'il en est ainsi, la couleur rouge doit être ible dans les couches profondes que dans les couches superficielles, et tivement ce qui a lieu. Dans les expériences de Morand, les os de pigeons ugirent d'outre en outre. Duhamel lui-même a vu ceux d'un coq rougir ours dans toute leur épaisseur, et ceux d'un pigeon en trois jours. Il en ême dans les os d'oiseaux et de mammifères que j'ai examinés. C'est une fausse que la garance produise seulement une couche rouge à la surface lais, quand on cesse pendant quelque temps d'en mêler aux aliments, il ue, les parties rouges s'écartant les unes des autres par l'effet de l'accrois- 'os demeure rougé partout, ou que la nouvelle substance osseuse pro- ne une couche blanche au-dessus des rouges, et de là il suit que l'os dépose ment de la substance à la surface. Or, c'est ce qui a été prouvé par les es de Duhamel et de Flourens (3).

Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40.



orie expérimentale de la formation des os. Paris, 1847, in-8°, fig.
ioirs of the Society of Manchester, t. I, p. 146.
ires 37, 38, 39, 40 et 41 : elles montrent les résultats d'expériences dans lesquelles on

[illegible]



[illegible] ne sont pas réellement les parti[illegible] [illegible]dants ; et enfin que les os, une fois coloré[illegible]

(Note du tra[illegible]

[illegible] du diploé du crâne, d'après Breschet.

fœtus, et dans l'origine ils ne contiennent ni cellules, ni canalicules, ni cavités dullaires. Ces vides se forment en partie dès avant que la substance cartila-euse se soit ossifiée par l'augmentation progressive du phosphate calcaire qu'elle ferme. A mesure que les canalicules médullaires augmentent, on voit s'accroître si, dans le cartilage, le nombre des vaisseaux sanguins, qui commencent alors à répandre dans ces conduits. Pendant l'ossification, le cartilage subit un change-nt chimique ; la chondrine y passe à l'état de colle, ce qui le rend apte à rece-r les sels calcaires.

L'ossification a pour origine des noyaux isolés d'où partent les lamelles osseuses, i, dans les os plats, représentent autant de rayons. Elle commence dès le second is de la grossesse. Le coccyx, la rotule et la plupart des os du carpe et du tarse, s'ossifient qu'après la naissance.

Un point qui n'a pas encore été bien éclairci, c'est la manière dont les corpus-les rayonnés se produisent dans les os, et le rapport qui existe entre eux et les ciens corpuscules cartilagineux. Gerber (1) les considère comme des noyaux de lules, qui, en s'allongeant, produisent les canalicules rayonnés. Bruns (2) et -H. Meyer (3) pensent de même. Cette opinion me paraît fondée, d'après ce l'on peut observer en examinant les enchondromes, c'est-à-dire les tumeurs car-gineuses des os ; là, en effet, on voit les noyaux des cellules passer peu à peu à s formes anguleuses, branchues, tandis que les cellules auxquelles ils appartien-nt sont parfaitement distinctes. Mais ce qui frappe, st que les rayons de ces noyaux s'allongent au delà pourtour des cellules auxquelles ils appartiennent, et phénomène arrive dans beaucoup d'endroits, sans e des prolongements creux de la membrane qui me les parois des cellules leur indiquent le che-n (4). Schwann regarde comme une chose probable e la cellule elle-même se convertit en corpuscule os-x et en ses rayons; mais il signale en même temps alogie des corpuscules osseux avec les canaux po-x de certaines cellules végétales, où la cellule se plit intérieurement d'un dépôt, à l'exception d'une ité ramifiée, hypothèse à laquelle Henle accorde la préférence. Je n'hésite s, d'après ce que j'ai vu, à adopter l'opinion de Gerber (5).

Fig. 43.

Accroissement par apposition.

Les parties qui se forment par apposition ont une structure organique déter-minée, ou n'en ont aucune. Le premier cas est celui de tous les tissus des ani-

(1) *Handbuch der allgemeinen Anatomie*. Berne, 1840.

(2) *Lehrbuch der allgemeinen Anatomie*. Brunswick, 1841.

(3) Mueller's *Archiv*, 1841, p. 216.

(4) Figure 43 : section transversale d'une partie de l'os entourant un canal de Havers, mon-les pores qui commencent à la surface *a*, qui s'anastomosent et passent de cavité en cavité. ment, 300 diamètres. — *The physiol. anat. and phys. of man*, by Todd and Bowman. on, 1845, t. I, p. 109.

(5) *Comp.* un mémoire de Bidder, sur l'histogénie des os, dans Mueller's *Archiv*, 1843, 336.

maux qui croissent par apposition, et aussi du test des crustacés. Le second cas est celui de la coquille des mollusques, qui se compose en grande partie d'une matière inorganique, de sels calcaires, et dans laquelle on n'aperçoit d'autre structure que la cristallisation des molécules inorganiques et la disposition par couches.

La forme de la coquille des mollusques dépend entièrement de celle de la surface qui sécrète le carbonate calcaire mêlé avec une matière animale. Les petites lamelles extérieures sont celles qui ont été produites en dernier lieu. Bournon a trouvé que, dans ces couches, le carbonate calcaire affecte une texture cristalline perceptible au microscope, et qui est très prononcée dans l'huître.

Chez les animaux vertébrés, les épithéliums, le tissu dentaire et le tissu du cristallin croissent par apposition, par des couches superposées.

1° *Formations épidermoïdes.*

Ici se rangent l'épiderme de la peau, l'épithélium des membranes muqueuses, les poils, les épines, les ongles, les griffes, les sabots, les cornes, les plumes.

a. Epiderme et *épithélium.*

L'épiderme est formé de feuillets stratifiés, qu'on peut très clairement démontrer à la paume des mains et à la plante des pieds, surtout au moyen de la coction. La couche la plus intérieure est encore molle, et on l'appelle communément réseau muqueux de Malpighi. L'épiderme des nègres est noirâtre, mais plus encore sa couche interne, ou le réseau muqueux.

La structure de l'épiderme et de l'épithélium a été mise en lumière par les observations de Leeuwenhoeck, Raspail, Purkinje, Valentin et Henle. L'épiderme se compose de petites pièces microscopiques aplaties, rangées les unes à côté des autres, comme des pavés, et dont chacune contient un noyau. Le réseau de Malpighi renferme les pigments, lorsqu'il en existe, sous la forme de corpuscules vési[illegible]leux, colorés et séparés les uns des autres. Sa face interne est pourvue d'un grand nombre d'enfoncements, qui correspondent aux papilles de la peau, et qui [illegible]nent aux points intermédiaires l'apparence d'un réseau, d'où son nom a été [illegible]. L'épithélium des membranes muqueuses est pavimenteux aussi, et chaque pe[illegible] pièce contient un noyau; ces pièces se détachent continuellement, ce qui fait [illegible] le microscope en fait ordinairement découvrir dans la salive et le mucus buccal. Elles sont très minces et semblables à de petites lamelles dans la bouche et à la conjonctive, où il y en a plusieurs les unes au-dessus des autres. Dans le canal in[illegible]tinal, au contraire, elles sont moins plates, et représentent des cylindres ad[illegible] les unes contre les autres, comme des prismes de basalte; chacun de ces cylindres renferme un noyau, ainsi que l'a fait voir Henle; les villosités elles-mêmes en [illegible] couvertes; ce sont les noyaux qu'on aperçoit à travers les parois des cylindres qui ont fait admettre à tort l'existence d'ouvertures.

Le derme est richement pourvu de vaisseaux sanguins, qui exhalent le cyto[illegible] blastème, lequel prend ensuite, comme partout ailleurs, la forme de cellules [illegible] noyaux. Les cellules les plus jeunes, ou les plus inférieures, sont, d'après [illegible] arrondies et encore pleines de sang; mais, en se développant pour remplacer [illegible] plus extérieures, elles s'aplatissent, et perdent peu à peu leur contenu, jusqu'à ce qu'elles soient enfin converties en plaques cornées. L'épithélium du canal in[illegible]tinal ne se transforme jamais en corne.

Les cellules de l'épiderme et de l'épithélium se forment donc couche par co[illegible]

leur matrice. Lorsque, dans une inflammation cutanée, celle, par exemple, provoque une brûlure ou l'application d'un vésicatoire, l'épiderme a été sou- par la sérosité sécrétée au-dessous de lui, il se reproduit; la même chose re quand une phlegmasie cutanée exanthématique l'a fait tomber par lambeaux. : l'homme et les mammifères, il se détache de temps en temps sous la forme etites écailles; chez les reptiles, il tombe tout entier à l'époque de la mue; la ie chose arrive aux insectes lorsqu'ils subissent leurs métamorphoses, et aux gnées. Chez les serpents, dont l'œil est couvert d'une capsule formée par la , derrière laquelle il se meut librement, et dont la conjonctive tapisse le côté ne, cette capsule sécrète extérieurement de l'épiderme, qui se détache pen- la mue.

hez les tortues et les crocodiles, l'épiderme affecte, sur plusieurs points, la ie d'épaisses plaques cornées, qui se composent de lamelles superposées. Au- ous des boucliers qui hérissent le dos des crocodiles, on trouve des noyaux ux, des os cutanés; mais ces os sont organisés. Les écailles des sauriens, qui parfois une grande dureté, ne sont pas non plus de simples plaques cornées; contiennent, par exemple chez les iguanes et les orvets, des corps plus durs rganisés, qui sécrètent, sous forme de minces lamelles, une corne destinée à ir d'épiderme.

ans les verrues qui se développent à la peau de l'homme, l'épiderme prend la ie de couches épaisses: dans la maladie appelée *ichthyose*, les portions pavi- teuses de l'épiderme s'allongent en cylindres et en fibres cornées qui ressem- t à des épines.

'épiderme est gonflé par l'eau, même sur le vivant. L'ébullition ne lui fait r aucun changement. L'acide sulfurique concentré le dissout peu à peu; les is le dissolvent aisément. L'azotate d'argent le rend gris, et enfin noirâtre, ce arrive aussi par l'usage prolongé de ce sel à l'intérieur; l'argent se combine le soufre des parties animales, et produit ainsi un sulfure. L'épiderme ne it pas, comme le derme, avec le tannin. Suivant Meckel, il commence à se er, chez l'embryon, dès le second mois de la grossesse.

Ongles, griffes, sabots.

n sait que la partie postérieure, ou racine des ongles, est cachée dans un icement du derme. Cet enfoncement est semé de papilles, dont on remarque des séries longitudinales à la partie du derme sur laquelle l'ongle repose. La eur blanche de la base de l'ongle, et la teinte rougeâtre du reste de son éten- sont celles de la peau sous-jacente, qui percent à travers son tissu. Suivant Weber et Lauth, l'épiderme passe au-dessous de lui, jusqu'à son extrémité rieure, à laquelle il s'attache en dessus. Lauth dit que la substance de l'ongle écrétée tant par le derme que surtout par le fond du sillon, de manière qu'en le temps que son épaisseur augmente, il est repoussé d'arrière en avant par sition. On ne conçoit cependant pas, dans cette hypothèse, comment l'épi- ne pourrait passer sous l'ongle, dont Lauth le regarde comme la couche la profonde. Lorsqu'un ongle tombe, et qu'ensuite il repousse, on peut se con- cre que sa substance proprement dite vient uniquement du sillon, et qu'il ne orme sur la surface du derme que des lamelles d'épiderme, qui, dans l'état nal, s'agglutinent avec l'ongle. Les ongles courbés par suite d'un travail pa-

thologique, se composent de couches superposées comme les tuiles d'un toit, par conséquent dirigées obliquement de haut en bas, et d'arrière en avant. Telle est aussi, d'après Henle, la formation de l'onglé normal. La couche la plus jeune, ou la postérieure, se compose, suivant Schwann, de cellules polyédriques, chez le fœtus humain à terme : c'est par la réplétion de ces cellules et par leur adhésion ensemble que se produit la substance solide de l'ongle.

Dans les cornes, la substance cornée est sécrétée, non par un sillon, mais par une portion déterminée de la surface du doigt.

J.-F. Meckel assure que les ongles ne se forment qu'au cinquième mois de la vie intra-utérine.

c. Poils, épines.

Les poils se forment dans un petit sac allongé, au fond duquel ils sont fixés par la partie encore molle, qu'on appelle leur racine. Chacun d'eux se compose de deux substances, l'une corticale, l'autre médullaire (1). La première résulte d'un assemblage de fibres longitudinales, qui, en se séparant les unes des autres, donnent lieu aux fendillements du poil. On aperçoit, dans la masse fibreuse, des fig... oblongues, affectant toutes la même direction, qui semblent devoir naissance à ... noyaux, mais qui, d'après Reichert, sont plus tard des vides épars dans ... masse. La substance corticale est encore couverte de petites écailles (2), à la pré... sence desquelles le poil doit de s'avancer toujours dans le même sens, lorsqu'... le roule entre les doigts. La substance médullaire se compose de granules, ... aussi, dans les poils des animaux, le cochon, par exemple, de cellules bien ... tinctes; même dans ceux de l'homme, les granules doivent naissance à des ... lules, ce dont on peut se convaincre en examinant la racine. La substance fibr... semble aussi provenir de cellules de la racine, dont les noyaux s'allongent en ... temps. Enfin l'enveloppe squameuse extérieure naît aussi de cellules.

L'épiderme se prolonge jusqu'au fond du follicule, à l'endroit où la racine ... poil tient à la peau, et là il se fixe à cette racine, de manière que le poil rem... l'épiderme sur ce point. Mais la portion du poil contenu dans le follicule po... encore une gaîne particulière, composée, d'après Corda et Henle, de deux f... lets, dont l'interne est une membrane criblée de trous, qui doit probable... naissance à des cellules confondues ensemble, dont les noyaux ont été rés... La gaîne ressemble à la portion de l'épiderme qui s'applique sur le comme... ment de l'ongle.

Le germe du poil parcourt plusieurs périodes de développement, dans cha... desquelles il apparaît sous des états particuliers. On conçoit que de ces péri... dépendent et la forme diverse que les poils affectent dans différentes part... leur longueur, et les différences de couleur qu'ils offrent souvent, chez les ... maux, sur divers points de leur étendue. Ainsi le commencement des épines ... pointu, la partie moyenne est plus renflée que le reste, et l'épine va de nou... en se rétrécissant vers son insertion. Comme ces parties sont formées succe...

(1) HEUSINGER, *System der Histologie*. Eisenach, t. II, 1823. — EBLE, *Die Lehre* ... *Haaren*. Vienne, 1831. — GURLT, dans MUELLER's *Archiv*, 1836, p. 268.—HENLE, *A...* *générale*, t. I, p. 309.—*Cons.*, sur la structure et l'accroissement des épines, BORCKE, *D...* *hystricum*. Berlin, 1834, et MUELLER's *Archiv*, 1835, p. 236.

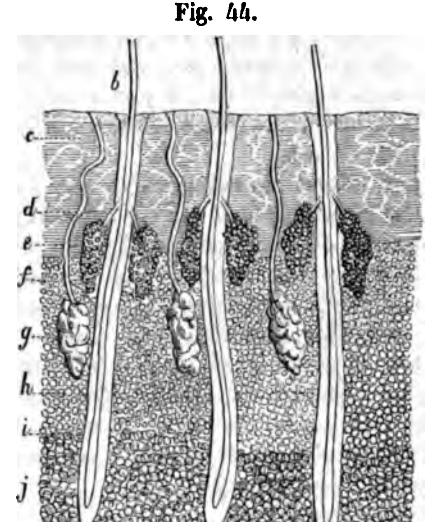
(2) G.-H. MEYER, dans FRORIEP, *Neue Notizen*, p. 334.

ıt à la suite les unes des autres, la différence d'épaisseur des molécules qui les stituent ne peut dépendre que des différents états de développement de la mae. Or ce qui prouve que quelque chose d'analogue a lieu pour les poils, c'est il n'est pas rare d'en trouver, parmi ces derniers, dont l'insertion est plus le que le corps. Ces divers états de développement du germe sont surtout très noncés et très remarquables dans la formation des plumes.

L'accroissement des poils se fait par une apposition incessante de molécules au nt d'insertion. Le poil ne croît sur aucun autre point; ses parties les plus extéures sont donc les premières formées. Cependant il continue de pomper des :s, et notamment de la graisse par la base. Mandl y admet (1) en outre une trition interne, parce qu'en examinant les poils des favoris, il en a renntré dont l'extrémité libre s'était parfaitement arrondie, ce qu'il regarde comme e espèce de cicatrisation, qui serait impossible si les poils ne croissaient qu'à ır base.

Les glandes sébacées de la peau s'ouvrent généralement dans les follicules des ils. Elles sont situées dans la couche supérieure du derme, et affectent la forme e grappes, ainsi que l'a fait voir Gurlt (2). Elles se composent de petites vésicules, nt les conduits excréteurs, réunis en n seul ou en plusieurs canaux, s'abouent dans le follicule pileux (3). Aux droits où il n'y a pas de poils, un conuit excréteur commun s'ouvre imméatement à l'extérieur. Dans la plique onaise, les poils ne diffèrent pas de qu'ils ont coutume d'être; ils sont ulement entremêlés (4).

Fig. 44.



Au point de vue de la composition imique (5), les poils sont formés de bstance cornée. Leurs couleurs diverdépendent, d'après Vauquelin, d'une isse colorée; cependant les noirs deient, dit-on, cette teinte à du sulfure fer. Après qu'on a enlevé la graisse moyen de l'alcool ou de l'éther, les ils deviennent d'un gris jaune, de manère que leur grisonnement par les proès de l'âge tient à ce que la sécrétion de cette graisse colorée cesse. La substance

(1) *Anatomie microscopique.* Paris, 1840, 1re série, IVe livraison, in-folio.

(2) Mueller's *Archiv*, 1835, p. 399.

(3) La figure 44 représente, d'après Gurlt, une lamelle du cuir chevelu de l'homme : *a* épirme, *b* tige du cheveu, *c* et *f* canal sudorifère, *d* conduit excréteur de la glande sébacée, nde sébacée, *g* glande sudorifère, *h i* tissu adipeux, *j* bulbe du cheveu, *k* follicule pileux.

(4) *Cons.*, sur cette énigmatique maladie, un curieux mémoire de Walther, dans Mueller's hiv, 1844, p. 411, et l'ouvrage d'Oczapowski, *Praktyczny wyklap chorob koltunowych.* ovie, 1839.

(5) Berzelius, *Traité de chim.*, t. VII, p. 313.

cornée n'est soluble, ni dans l'eau, ni dans l'alcool ou l'éther. L'acide sulfurique concentré ne la dissout pas non plus. Quand elle a été ramollie par l'acide azotique froid, l'eau la dissout ensuite à la faveur de l'ébullition, et la liqueur se prend en gelée par le refroidissement ; cependant cette gelée se redissout dans l'eau froide, et la dissolution est précipitée par le tannin. Les alcalis caustiques dissolvent aisément la substance cornée ; toutefois, lorsqu'on la pétrit avec une dissolution concentrée de potasse, on n'obtient pas une masse aussi visqueuse, aussi cohérente, ce qui la distingue de la corne proprement dite. Elle est insoluble dans l'acide acétique, caractère par lequel elle diffère de la fibrine et de l'albumine coagulée. Vauquelin, ayant fait cuire des poils dans la marmite de Papin, à une forte pression, c'est-à-dire à une température très élevée, trouva qu'ils se dissolvaient ensuite dans l'eau : la dissolution contient du sulfide hydrique. Le chlore décolore les poils, et se combine avec eux, en formant une masse visqueuse, à saveur amère. L'épiderme et les poils ont de l'affinité pour les oxydes métalliques ; l'oxyde argentique les noircit, ce qui tient à la formation d'un sulfure d'argent par la combinaison du métal avec le soufre des poils. Ceux-ci, lorsqu'on les chauffe, fondent, brûlent avec une flamme brillante, et répandent l'odeur de la corne. À la distillation sèche, ils donnent de l'ammoniaque et du sulfide hydrique. Ils laissent un et demi pour cent de leur poids d'une cendre qui contient de l'oxyde ferrique et des traces d'oxyde manganique, avec du sulfate, du phosphate et du carbonate calciques, plus une trace de silice : les cheveux noirs sont ceux qui laissent le plus de fer ; il y en a moins dans les roux, et ceux qui en contiennent le moins sont les blonds, où ce métal est remplacé par du phosphate magnésique.

d. Cornes.

Il ne faut pas confondre les cornes avec les bois. Ceux-ci sont parcourus, à une certaine époque, par des vaisseaux sanguins ; les cornes ne le sont jamais. La matrice des cornes est la surface de prolongements osseux. Chez les ruminants, les cornes frontales résultent de la sécrétion, couche par couche, d'une substance cornée à la surface des tubercules frontaux, dont la forme détermine la leur ; les couches sont pour ainsi dire emboîtées les unes dans les autres : les plus jeunes sont en même temps les plus inférieures, les plus internes, et celles qui ont la plus large base. La corne du rhinocéros n'a pas de matrice interne, comme celle des ruminants ; elle part de la peau du nez : aussi est-elle pleine, et a-t-elle cela de particulier qu'elle se compose uniquement de fibres, comme si elle devait naissance à des poils agglutinés.

e. Plumes.

Les plumes sont composées d'un tuyau, dont la cavité renferme un tissu auparavant organisé, qu'on appelle l'âme de la plume ; d'une tige, qui fait suite au tube creux ; d'une barbe, dont les filaments sont garnis de barbules. Le [illegible] a des rayons noueux, d'après les observations de Nitzsch. Le développement des plumes a été étudié par A. Meckel (1), Dutrochet (2), F. Cuvier (3) et Sch[illegible]

La plume est cachée dans un follicule, que l'épiderme recouvre, d'après Meckel : elle se trouve fixée par sa base au fond de cette cavité ; quand elle [illegible]

(1) Reil's *Archiv*, t. XII, p. 37.

(2) *Mémoires sur les végétaux et les animaux*, Paris, 1837, t. II, p. 361.

(3) *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, Paris, 1826, t. XIII, p. 327.

ie, la peau, mise à nu, laisse échapper du sang. Quand une plume naît, sui- : Meckel, il s'élève du fond du follicule un corps conique, qui devient corné surface, et qui se développe en un cylindre. L'intérieur de cette gaîne cornée plein d'une gelée organisée, qui est le germe de la plume, à la formation de celle la gaîne ne contribue pas d'une manière directe. Le germe et la gaîne ent ensemble du follicule ; la gaîne croît d'abord autant que la jeune plume ; s bientôt il se forme, à sa partie supérieure, une ouverture par laquelle sort ommencement de la barbe, ou plutôt l'extrémité de cette barbe, avec le bout la tige. Quand la plume s'est formée successivement jusqu'au tuyau, qui appa- le dernier, la gaîne se colle à la corne du tuyau, dont on la sépare, sous forme cailles, en frottant le tuyau d'une plume parvenue au dernier terme de son eloppement.

Lorsqu'on coupe la gaîne dans laquelle est renfermée la pulpe de la plume, on contre, d'après F. Cuvier, une membrane striée, puis la barbe de la plume posée de telle manière qu'elle embrasse obliquement le tronc de la pulpe, du- el elle s'élève en deux paquets qui suivent des directions différentes ; au-dessous la barbe se trouve une seconde membrane striée, qui entoure immédiatement pulpe.

Les deux membranes striées sont séparées l'une de l'autre par de petites cloisons embraneuses tendues entre les barbules de la barbe. Les barbules se composent abord d'une espèce de bouillie, qui paraît être formée par le point du tronc où partent ensuite les barbules de la barbe. On ne sait pas si l'extrémité des bar- les se forme avant le reste, et si l'accroissement se fait par une apposition ccessive de nouvelles molécules. L'extrémité de la barbe et celle de la tige sont parties qui se produisent les premières. Quand la barbe sort de la gaîne, les embranes interne et externe se déchirent. Comme la tige et la barbe se déve- ppent les premières, on voit aussi paraître d'abord la partie de la pulpe d'où s naissent ; mais, dès que la partie la plus avancée de celle-ci a rempli son ice, son organisation disparaît : aussitôt qu'elle a produit la moelle de la tige, perd ses vaisseaux et se dessèche, après quoi la partie inférieure de la pulpe, continue de se développer, change de destination ; elle sécrète à sa surface la stance cornée du tuyau, avec lequel s'unit en même temps la gaîne cornée t nous venons de parler. Quand la pulpe commence à se dessécher dans le au, elle se montre divisée en cellules par des cloisons en forme d'entonnoir, i s'emboîtent les unes dans les autres : les intervalles de ces entonnoirs sont bord remplis d'une substance molle, qui disparaît plus tard ; il ne reste plus rs que le squelette sec, auquel on a donné le nom d'âme de la plume. Ces di- s faits avaient déjà été parfaitement observés par A. Meckel.

D'après Schwann, toutes les parties de la plume naissent de cellules. La sub- nce médullaire se compose de cellules qui, dans les jeunes plumes, renferment noyau. Les fibres de l'écorce de la tige proviennent de l'allongement de cel- les, de chacune desquelles naissent plusieurs fibres. Les barbes se forment égale- nt de cellules.

2° *Tissu dentaire.*

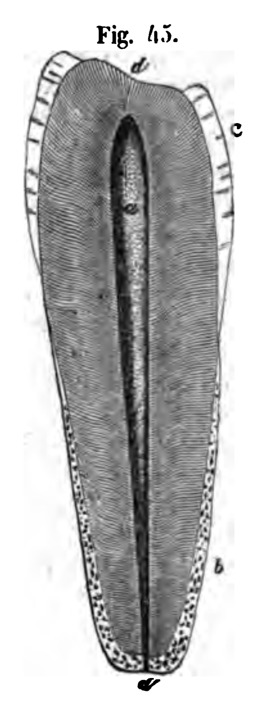
Les mâchoires sont armées, tantôt de lamelles cornées, comme le bec des oiseaux des tortues, les fanons des baleines, et les dents cornées de l'ornithorhynque,

ou de dents osseuses. Ces deux sortes d'organes sont privés de vaisseaux, et produits par une matrice organisée. La dent osseuse, ou proprement dite, n'est point une corne imprégnée de dépôts calcaires ; elle a pour base un cartilage donnant de la colle. La dent cornée est, au contraire, de la véritable corne. Ayant extrait les sels calcaires des dents de cheval, le résidu me donna, par une coction assez peu prolongée, une véritable colle, qui se prenait très bien en gelée. Mais la baleine ne fournit pas de colle ; c'est de la corne pure, comme l'avait déjà dit Joh. La gélatine des dents n'est pas de la chondrine, mais une colle semblable à celle des cartilages ossifiés. La corne ne remplace leur cartilage dentaire que quand les dents ne contiennent pas de dépôts calcaires ; le cartilage ou la colle est absolument nécessaire dès qu'il s'agit de dents osseuses.

La structure des dents avait déjà été étudiée par Leeuwenhoeck ; mais les modernes l'ont examinée d'une manière plus complète (1).

On distingue trois substances dans les dents de l'homme : la substance tubuleuse ou dentaire proprement dite, qui en fait la masse principale, l'ivoire de la couronne, et la matière corticale des racines.

Fig. 45.



La substance dentaire (2) est parcourue par de nombreuses fibres tubuleuses, qui partent de la cavité intérieure et se dirigent vers la surface extérieure, trajet dans lequel elles se bifurquent souvent et fournissent une multitude de branches latérales plus déliées. Au-dessous de l'émail, elles dégénèrent en corpuscules rayonnés, dans lesquels on reconnaît les corpuscules osseux rayonnés. Les petits tubes dentaires s'abouchent de l'autre côté dans la cavité de la dent, où se trouve le reste du germe dentaire. Ils sont hygroscopiques, et, chez le cheval, absorbent avec assez de facilité l'encre qu'on introduit dans la cavité de la dent. Ces fibres sont plus opaques que la substance interposée entre elles, et qui, dans l'intervalle de deux fibres, remplit un espace environ six fois aussi large que leur propre diamètre. A la lumière réfléchie elles paraissent blanches ; mais les acides leur font perdre cette couleur. On peut, après avoir dépouillé le cartilage de ses sels calcaires, les isoler de lui par déchirement. Les sels calcaires sont, pour la plus grande partie, contenus dans la substance intermédiaire. Je suis parvenu à les rendre visibles en faisant bouillir des lamelles osseuses polies dans de la potasse, qui extrait le cartilage.

L'émail se compose de fibres perpendiculaires. Lorsqu'il est encore mou, on peut l'enlever par raclage

(1) Purkinje, dans Fraenkel, *De dentium hum. structura*. Breslau, 1835. — Retzius, Mueller's *Archiv*, 1837, p. 486. — Mueller, dans Poggendorff's *Annalen*, t. XXXVIII.

(2) La figure 45 représente, d'après Retzius, une dent molaire bicuspidée d'un adulte, dans le sens de dehors en dedans, tout le long de la cavité de la pulpe, et quatre fois plus que nature : *a* cavité de la pulpe, dans laquelle, avec un verre grossissant, on aperçoit l'ouverture des canalicules dentaires ; *b* substance corticale, qui entoure la racine jusqu'à la limite de l'émail, vers le haut ; *c* émail ; *d* les tubes de l'os dentaire.

alors formé de petites aiguilles pointues aux deux extrémités. Ces aiguilles, d elles ont acquis tout leur développement, sont prismatiques et perpenaires à la surface de la couronne; elles forment plusieurs couches super-es.

. substance corticale des racines (cément), observée par Purkinje et Retzius, it à fait la structure des os, et contient des corpuscules osseux, avec des licules rayonnants. On la trouve à la face externe et à la face interne de la ie, et elle doit probablement naissance à l'ossification de parties qui ont été isées. Le cément des dents de ruminants a la même structure.

es dents sont des produits qui naissent sur le système cutané interne ou sur membranes muqueuses. Chez les squales et les raies, elles demeurent fixées à iembrane muqueuse, et ne pénètrent pas dans la mâchoire; mais, chez la plu- des animaux, un moment arrive où elles s'unissent par des racines avec le elette intérieur des mâchoires, parfois aussi avec le squelette viscéral, comme rrive à celles qui garnissent les arcs branchiaux des poissons. Chez les animaux érieurs et l'homme, les matrices des dents, les follicules dentaires, apparment également à la membrane muqueuse de la bouche. Les follicules sont iés dans le sillon alvéolaire des mâchoires du fœtus; à la vérité, la gencive les ouvre plus tard, mais, dans l'origine, ils communiquent avec la cavité orale des ouvertures. Ces ouvertures, observées d'abord par Hérissant, révoquées uite en doute, ont été revues dans ces derniers temps par Arnold, Linderer et dsir. Les follicules doivent donc être considérés comme des enfoncements de nembrane muqueuse. Suivant Goodsir (1), les germes des dents sont d'abord faitement libres, et affectent la forme des papilles, dont une gaîne entoure la : c'est là le follicule, qui se clôt au-dessus du germe.

es follicules dentaires apparaissent en partie dès le troisième mois de la vie ryonnaire. Ceux des dents de remplacement se forment les uns avant et les es après la naissance. Chaque follicule se compose de deux membranes richet pourvues de vaisseaux. De son fond s'élève le germe mou, dans lequel des ieaux et des nerfs pénètrent par le bas, et dont la surface prend la forme de ture couronne. Il est couvert, d'après Purkinje et Raschkow (2), d'une pelli-, qui a reçu le nom de *membrane préformative.* C'est entre cette pellicule et ibstance du germe que se forme la substance tubuleuse de la dent, tandis que ail se dépose sur la face externe de la membrane préformative. La formation 'émail est accomplie par un organe composé de fibres perpendiculaires, qui re à la face interne du follicule, la pulpe interne de Hunter, ou l'*organon nantinæ* de Purkinje. Le cément des dents de l'éléphant et des ruminants, qui plit les enfoncements entre les plis de la couronne, résulte probablement de ification du follicule. La formation, couche par couche, de la substance den-, commence, vers le milieu de la vie embryonnaire, à la surface de la coune molle du germe, sous la forme de petites écailles déposées sur les élévations a couronne. Les écailles sont d'abord isolées les unes des autres, mais peu à elles se réunissent, et la couronne molle se trouve entourée de substance den-

1) *Edinb. med. and. surg. Journ.*, t. XXXI.
2) *Meletemata circa mammalium dentium evolutionem.* Breslau, 1835.

taire en haut et sur les côtés. Cette espèce d'enveloppe devient la couche la plus extérieure de la substance osseuse de la couronne, aux dimensions de laquelle les siennes conviennent parfaitement. Une fois qu'elle est formée, elle croît, par l'apposition de nouvelles couches, et la masse du germe diminue en proportion de la substance osseuse qui se dépose de dedans en dehors sur les parois de la cavité dentaire.

En nourrissant des animaux avec de la garance, Hunter (1) a trouvé que la substance dentaire déjà fournie ne rougissait pas, mais que la couche la plus interne, c'est-à-dire la dernière produite, prenait une teinte rouge. Lorsque alternativement on ajoute et l'on n'ajoute pas de garance à la nourriture des animaux, il se forme des couches rouges et blanches qui alternent ensemble.

Comme la substance dentaire a une structure déterminée, et qu'il n'existe pas entre elle et le germe d'organe intermédiaire auquel elle puisse devoir naissance par une sorte de transformation, on ne saurait la considérer comme une simple sécrétion du germe, et il paraît que ce dernier lui-même la produit par son ossification progressive. Schwann a fait voir que cette hypothèse était très vraisemblable; Owen (2) et Nasmyth ont allégué depuis divers arguments en sa faveur. A la vérité, on parvient aisément à détacher la substance dentaire de la pulpe; mais il paraît que ce n'est pas sans qu'il y ait déchirement de parties molles.

Suivant Schwann, la pulpe dentaire se compose, à la surface, de cellules cylindriques, munies de noyaux et de nucléoles, et son intérieur est formé de cellules arrondies à noyau. La substance solide comprise entre les petits tubes naît de fibres qui se forment probablement de cellules cylindriques, et s'ossifient en s'imprégnant de sels calcaires, tandis que les vaisseaux sanguins se retirent de leur intérieur. Henle regarde comme probable que les petits tubes de la substance dentaire doivent naissance aux noyaux des cellules : il a vu, dans la substance du germe, de longues cellules munies de noyaux également allongés : ces noyaux allongés s'unissent en fibres de noyaux, d'où partent aussi des branches transversales (3). Cette opinion a des probabilités en sa faveur; car, d'après plusieurs observateurs, les corpuscules osseux des os doivent naissance à des noyaux de cellules, et les tubes de la substance dentaire dégénèrent en corpuscules osseux rayonnés, au-dessous de l'émail.

Il est probable que les fibres d'émail sont le résultat de l'ossification couche par couche des fibres de l'organe de l'émail.

A l'époque de l'éruption des dents, celles-ci grossissent davantage vers le bas, ce qui, naturellement, est accompagné d'un grossissement correspondant du germe dans le même sens. La partie inférieure du germe prend la forme des futures racines de la dent; il continue de haut en bas à produire de plus en plus de la substance dentaire à sa surface, de sorte que les racines de l'ivoire entourent celles du germe comme autant de gaînes qui, d'abord fort courtes, s'allongent peu à peu vers le bas, pour suivre en ce sens les racines du germe. La crue des racines

(1) *Œuvres complètes*, trad. par Richelot. Paris, 1841, t. II.

(2) *Odontography, or a treatise on the comparative anatomy of the teeth*. London, 18[illegible], in 8, fig.

(3) La formation de fibres aux dépens de noyaux a lieu aussi, d'après Henle, dans les fibres décrites par lui, qui enveloppent les faisceaux des muscles et ceux du tissu cellulaire.

en même temps la cause qui fait que les dents percent la gencive. Les racines la substance dentaire ne sont d'abord que des gaînes minces, à large ouver- : peu à peu, les dépôts de matière dentaire leur font acquérir plus d'épais- r, en diminuant d'autant celle du germe, et la racine finit par devenir pointue s le bas, absolument comme dans les épines, dont la racine, qui se forme en nier lieu, est également plus mince que la partie moyenne. Enfin, il ne reste s, dans les racines, que des ouvertures et des canaux par lesquels les vais- ux et les nerfs pénètrent jusqu'au reste du germe dentaire contenu dans la ronne.

Les dents des ruminants et des solipèdes, ainsi que les incisives des rongeurs, i s'usent sans cesse par la couronne, peuvent continuer de croître de bas en haut dant une longue période de la vie. Tant que la couronne des dents des rumi- ts n'est point attaquée, ces dents n'ont pas encore de racines, et, quand celles-ci t formées, la couronne est usée (1). Les défenses des éléphants et les incisives rongeurs restent toujours creuses à leur base, et continuent de croître par position incessante de nouvelle substance dentaire à la paroi interne de la cavité circonscrit le germe conique.

Une circonstance semble, au premier abord, empêcher d'admettre que l'ac- issement des dents se fait par apposition ; c'est qu'on a souvent trouvé dans les enses d'éléphants des balles de fusil, qui étaient entourées de toutes parts de stance osseuse : mais l'objection tombe quand on suppose que les balles avaient étré dans la portion de la dent qui était précisément en train de se former. uverture que le coup de feu avait produite dans la partie creuse qui occupe le de la dent peut, quand cette partie est encore mince, être close par des pro- tions du germe et leur conversion en substance dentaire. La balle est entourée n ivoire irrégulier (2).

Quelque vraisemblable qu'il soit que les dents de la plupart des animaux crois- par apposition, cependant il y a des exceptions chez quelques poissons car- gineux. J'ai trouvé, par exemple, que les épaisses plaques dentaires des *My- bates* et *Rhinoptera* atteignent tout leur volume avant de s'ossifier, et sont que-là composées uniquement de parties membraneuses. A l'état de mollesse, s contiennent une multitude de tubes larges, qui durcissent et se rétrécissent mesure que leurs parois s'ossifient et acquièrent plus d'épaisseur. On aperçoit te structure dans les plaques dentaires postérieures, qui sont toujours les der- res à se développer (3).

Lorsque les dents deviennent douloureuses, ou qu'elles sont agacées par un de, c'est leur germe seul qui est sensible. Quand on pose le doigt sur une dent cée, on s'aperçoit que sa surface n'est plus lisse, et qu'elle a été attaquée par ide ; peut-être aussi le germe lui-même est-il affecté directement, lorsque ide pénètre dans les tubes dentaires, au moyen des fissures ou des pores de mail.

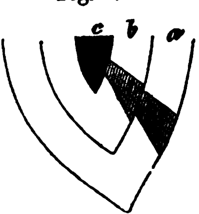
(1) Cuvier, *Anat. comp.*, t. III.

(2) *Voy.* Goodsir, dans *Trans. of Edinb.*, t. XVI, p. 1.

(3) J'ai déjà cité ce fait remarquable en 1838, dans la troisième édition de mon Manuel. nonce en est donc antérieure à toutes les recherches qui ont été faites, dans ces derniers ps, sur l'ossification de la pulpe des dents chez les animaux et chez l'homme.

La carie des dents (1) doit être bien distinguée de celle des os organisés. Ce n'est qu'une simple décomposition, qui résulte d'une composition vicieuse, et qui est déterminée peu à peu par les liquides de la bouche. Les canalicules dentaires perdent, la plupart du temps, leur couleur blanche jusqu'à une certaine profondeur au-dessous du point carié. Linderer m'a montré des dents qui avaient été implantées avec une tige métallique, et qui étaient devenues carieuses, absolument comme des dents vivantes. Du reste, les dents donnent encore des signes de changement organique, alors même qu'elles ont acquis leur plein et entier développement; ainsi, par exemple, Linderer a vu les fissures de l'émail se remplir d'une masse de formation secondaire; quand on plonge la dent pendant quelque temps dans un acide étendu, on voit apparaître une languette proéminente, au lieu de la fissure (2).

Fig. 46.



Quant à la composition chimique des dents, la substance osseuse diffère de l'émail en ce qu'elle contient beaucoup plus de matière animale, comme le prouvent les analyses de Berzelius :

	Émail.	Ivoire.
Matière animale.		28,0
Phosphate calcique, avec fluorure calcique.	88,5	64,3
Carbonate calcique.	8,0	5,3
Phosphate magnésique.	1,5	1,0
Soude, avec un peu de chlorure sodique. .		1,4
Alcali, eau, substance animale. . . .	2	
	100,0	100,0

Le cément des dents de ruminants est composé, suivant Lassaigne, de 42,18 matière animale, 53,84 phosphate calcique, et 3,98 carbonate calcique.

Les dents cornées de l'ornithorhynque reposent par une large surface sur la gencive, et sont composées de fibres cornées creuses (3). Celles de l'oryctérope sont un assemblage de petits tubes perpendiculaires et agglutinés ensemble, dans lesquels des vaisseaux sanguins vont se rendre, d'après Cuvier. Ces dents ne sont pas cornées; mais celles de l'ornithorhynque contiennent, d'après Lassaigne, 99,5 matière cornée et 0,3 de terre des os.

Les dents de l'ornithorhynque font évidemment le passage aux fanons qui, chez la baleine, remplacent les dents. Heusinger et Rosenthal ont fait des recherches

(1) La figure 46 est destinée à donner une idée de la carie des dents. La partie cariée présente, tant dans l'émail *a* que dans l'os dentaire *b*, un cône dont la base est dirigée en dehors et le sommet en dedans, vers la cavité dentaire *c*.

(2) *Cons.*, sur la structure des dents chez les divers animaux, G. Cuvier, *Anat. comp.*, t. — Rousseau, *Anat. comp. du système dentaire chez l'homme et chez les principaux animaux*, Paris, 1839. — Owen, *Odontography, or a treatise on the comparative anatomy of the teeth*, Londres, 1840. — Oudet, *De l'accroissement continu des incisives chez les rongeurs et de leur reproduction*, etc. Paris, 1850.

(3) Heusinger, *loc. cit.*, p. 197.

les fanons (1). Suivant Rosenthal, ils se composent d'un grand nombre de les cornées courbes, les unes plus grandes, les autres plus petites, qui ont leur e concave tournée en avant, leur face convexe en arrière, et leurs bords tran-nts en dehors et en dedans, de manière qu'elles sont transversalement paral-s, et séparées les unes des autres par une distance d'un demi-pouce. A leur e, par laquelle les fanons reposent sur la mâchoire supérieure, ils sont réunis un ligament corné, large de deux pouces, qui les entoure tous en manière de ronne. Chaque lame est formée de deux substances, l'une interne, l'autre erne; la substance médullaire représente des tubes parallèles, qui dégénèrent fibres semblables à des soies, au bord inférieur de la lame. A la partie la plus érieure de chaque lame, les lamelles de l'écorce s'écartent les unes des autres, de là résulte une cavité dans laquelle s'étend la membrane germinative des fanons. aque fanon repose sur une membrane épaisse de plus d'un pouce, et qui reçoit ondamment des vaisseaux. Cette membrane envoie, au-dessous de chacun ux, une portion saillante, qui pénètre dans l'espace creux situé à la base des nes, et dégénère en prolongements filiformes, avec lesquels elle s'insinue dans substance tubuleuse jusqu'aux soies des fanons. Suivant Rosenthal, les vaisseaux la membrane germinative des fanons pénètrent jusque dans les tubes de ces rniers. Entre les prolongements de cette membrane qui s'insinuent dans la cavité érieure de chaque fanon, se trouve une masse cornée blanche qui se continue ec la substance corticale des fanons (2).

3° *Tissu du cristallin.* Le cristallin est formé de illets concentriques placés l'un sur l'autre, et qui x-mêmes le sont de fibres. Il faut se figurer trois lignes ées du centre antérieur de la face antérieure de la ille vers son bord, de manière à partager cette sur-e en trois champs. Les fibres, qui sont parallèles les s aux autres, se portent obliquement, dans chaque che, du bord du cristallin vers ces trois lignes, ce i fait que chaque couche se compose de trois champs eux. Brewster a montré que les fibres du cristallin grenaient les unes dans les autres par leurs bords dentelés. Les dentelures rginales sont plus prononcées chez les poissons que chez aucun autre animal. La matrice du cristallin est sa capsule, dont les vaisseaux sanguins ont déjà été crits précédemment.

Fig. 47.

Valentin a vu (3), chez l'embryon, les fibres du cristallin naître de globules i se rangeaient à la suite les uns des autres et se confondaient ensemble. Suivant hwann, elles sont produites par des cellules dont chacune s'allonge en des utri-es creux, qui représentent les fibres. Les observations d'E.-H. Weber sont rables à l'hypothèse d'une fusion de plusieurs cellules. Au reste, les jeunes lules se rencontrent, même chez l'adulte, à l'état de liberté, sous la capsule du stallin, où elles nagent dans la liqueur de Morgagni. Les couches de la lentille

(1) *Abhandlungen der Akad. zu Berlin*, 1829.
(2) *Voy.* les belles planches de Rosenthal, *loc. cit.*, tab. 1-3.
(3) *Entwickelungsgeschichte*, p. 203.

se forment donc de dedans en dehors, de sorte que les plus extérieures sont les plus jeunes, et celles du noyau les plus anciennes.

La composition chimique du cristallin a été étudiée par Berzelius. La matière qui constitue ce corps est soluble en grande partie dans l'eau. Elle se coagule par l'effet de la chaleur et d'autres influences, comme il arrive à l'albumine et à la matière colorante du sang. Le liquide qui reste après la coagulation est faiblement acide, et contient de l'osmazome, avec les sels qui l'accompagnent :

Matière albumineuse	35,9
Extrait alcoolique, avec sels . . .	2,4
Extrait aqueux, avec des traces de sels.	1,3
Matière animale insoluble dans l'eau .	2,4
Eau	58,0

La cendre du cristallin contient un peu de fer. La quantité de l'alcali et du chlorure sodique, avec un peu de phosphate calcique, s'élève à 0,005 du poids de la lentille fraîche. La matière albumineuse se comporte comme de la globuline, d'après Berzelius. Suivant Simon, le cristallin, outre de l'a bumine, contient aussi de la caséine. Mulder n'y a pas trouvé de phosphore, mais bien de l'acide phos- phorique et du soufre libre, en moindre quantité toutefois que dans la fibrine, la caséine et l'albumine.

CHAPITRE III.

De la régénération.

La force organisatrice, qui, dans le germe de l'embryon, crée tous les org de l'animal en quelque sorte comme autant de parties nécessaires à la réa de l'idée de cet animal, continuant d'agir dans la nutrition, il résulte de possibilité que les pertes éprouvées par l'organisme soient ré,arées, au moins certaines limites. La force régénératrice est d'autant plus grande que l'animal plus simple, ou, s'il s'agit d'animaux à organisation compliquée, que le sujet plus jeune. La larve des reptiles nus, chez laquelle se développent certaines p qui, dans d'autres animaux, apparaissent déjà durant le cours de la vie utérine, comme les organes génitaux, est aussi plus capable que l'animal de réparer les pertes qu'elle peut éprouver. Les larves d'insectes reprodu souvent certaines parties qu'elles viennent à perdre, faculté que l'animal n'a après ses métamorphoses. Chez les animaux inférieurs, tels que les polypes et vers, on voit même des portions du tout redevenir chacune un tout entier. seule manière de concevoir pourquoi le pouvoir régénérateur diminue peu à avec le développement et avec la complication d'un animal, est d'admettre force organisatrice s'éparpille en quelque sorte sur un plus grand nomb points, par l'effet de la production et du développement des organes, et q s'attache davantage à chacun de ceux-ci en particulier.

.es polypes qu'on fend en travers ou en long reproduisent la moitié qui r a été enlevée; on peut même les couper en plusieurs morceaux, qui redennent chacun un animal entier. Si l'on se représente le polype entier comme système de molécules, de cellules, toutes semblables, eu égard à la force dont s sont animées, et qui ne demeurent soumises au principe organisateur indiuel qu'autant qu'elles ont une certaine affinité avec lui, et si, d'un autre côté, se représente la force organisatrice individuelle comme le résultat du concours ction des molécules, on conçoit que les portions coupées contiennent, à leur ır, des systèmes de molécules semblables. Ici également le principe organisaır fait qu'en raison de l'affinité des molécules les unes pour les autres, la portion tachée revient à l'organisation d'un nouveau polype. Quand le polype atteint e certaine grosseur, quand le système des molécules semblables en énergie est venu considérable, les molécules paraissent avoir plus d'affinité les unes pour s autres qu'elles n'en conservent pour le tout, et alors il y a tendance à produire s bourgeons, qui finissent par se détacher et devenir de nouveaux polypes.

Si l'on applique ces faits aux germes des animaux supérieurs, on voit qu'ils ne nt divisibles et susceptibles de régénération qu'autant qu'ils consistent en une bstance homogène, dont toutes les parties possèdent encore un égal pouvoir de oduire une organisation individuelle. Supposons que, par l'effet d'une cause connue, le blastoderme d'un animal supérieur se divise jusqu'à une certaine ofondeur, à l'endroit où doit apparaître plus tard soit la tête, soit la queue, il vra, tout aussi bien que chez une planaire divisée en deux bourgeons encore hérents, se produire deux têtes ou deux queues, c'est-à-dire un monstre uble (1). Les monstres doubles ne peuvent être expliqués tous ni par la scission n germe ni par la coalition de deux germes. Beaucoup d'entre eux se conçoivent s bien par l'adhérence de deux germes, ou par la production, dans un même stoderme, de deux embryons qui s'accolent ensuite, surtout lorsque les parties parées ont beaucoup d'étendue. Il est certain que cet accolement d'embryons a u en réalité, et l'on en a la preuve dans les fœtus qui ne tiennent l'un à l'autre par une petite partie, par exemple, l'occiput, comme dans le cas décrit par kow (2). Les embryons qui ne sont attachés que par la face, et qui d'ailleurs t doubles, c'est-à-dire les monstres doubles à une seule tête, avec deux troncs èrement séparés, ne s'expliquent pas bien par l'hypothèse d'une scission : ils viennent vraisemblablement de l'adhésion des germes aux endroits où devraient re des parties de même nom, de leur coalition, soit par la face, soit par tres régions du corps, où les parties homonymes semblent exercer une cere attraction les unes sur les autres. Mais, d'un autre côté, on ne rencontrerait t moins de difficultés si l'on voulait expliquer par l'union de deux germes les stres qui ont quelque partie en plus, par exemple, un doigt surnuméraire, ou x faces avec un corps simple (3).

(1) Moeller, dans Meckel's *Archiv*, 1828, p. 1.

(2) *De monstris duplicibus verticibus inter se junctis*. Berlin, 1821.

(3) On possède quelques observations de monstres doubles chez le poulet, à une époque où stoderme existait encore (C.-F. Wolff, *Nov. comment. acad. Petrop.* 14, 456. — Baer, s Meckel's *Archiv*, 1827, 576). Dans le cas rapporté par Wolff, les deux embryons, qui ient complets, ne tenaient ensemble que par la portion de la membrane germinative com-

Dugès a fait voir que les planaires possèdent le pouvoir reproducteur à un haut degré. Chaque huitième ou dixième de l'animal peut reproduire un individu complet ; chaque portion détachée du corps régénère complétement ce qui lui manque, en douze ou quinze jours pendant l'hiver, en quatre durant l'été. Quelquefois les planaires se partagent en deux animaux par scission transversale. Dugès a trouvé dans l'eau un individu qui avait deux moitiés de queue, et, quand il fendait en long la partie antérieure du corps des planaires, il obtenait un monstre ayant deux têtes parfaites.

Chez les annélides, les troncs des vaisseaux, le système nerveux et le canal intestinal s'étendent d'une manière à peu près uniforme dans toute la longueur du corps de l'animal, dans les divers segments annulaires qui le constituent. Ces animaux sont donc composés d'une succession de parties uniformes placées à la suite les unes des autres, ce qui suffit pour expliquer comment, malgré leur organisation complexe, la section transversale de leur corps ne les empêche pas de reproduire ce qu'on leur a enlevé. O.-F. Mueller (1) a vu les néréides régénérer les segments qu'on avait détachés de leur corps. Bonnet a vu aussi quatre, cinq, six anneaux reproduire l'animal entier dans la *Nais variegata*, et la même chose arriver aux deux moitiés d'un ver de terre. Cette dernière expérience n'a point réussi à Dugès, quoique les vers de terre reproduisent leurs anneaux les plus antérieurs et la portion antérieure du corps, quand on les leur enlève. Aucun de ces animaux ne survit à des sections longitudinales, probablement parce que les deux moitiés ne contiennent plus alors les membres différents du tout.

Les astéries, les mollusques, les insectes, les crustacés, les arachnides reproduisent certaines parties de leur corps, après qu'on en a pratiqué l'ablation. Il est certain que les limaçons régénèrent une portion de leur tête et leurs tentacules, quand le cerveau, qui repose sur l'œsophage, n'a point été atteint (2).

Suivant Heinecken, les araignées ne reproduisent plus leurs pattes lorsqu'elles cessent de muer, ou qu'elles sont tout à fait adultes. Les larves des insectes reproduisent leurs antennes, ce que ne font pas les insectes parfaits (3). Quand les phasmes sont encore à l'état de larve, ils reproduisent les pattes qu'ils viennent à perdre.

La régénération des pattes chez les crustacés est un fait bien connu (4).

On ne connaît, chez les poissons, que la reproduction des nageoires, d'après Broussonet (5).

Parmi les reptiles écailleux, les lézards reproduisent leur queue : cependant il ne se forme pas de vertèbres complètes dans celle qui repousse, mais seulement une colonne cartilagineuse. Les salamandres réparent également la perte de l

mune qui se prolonge en intestin à la région ombilicale. Dans celui de Baer, l'*area pellucida*, au lieu d'avoir, comme d'ordinaire, la forme d'un biscuit, affectait celle d'un cœur. Les embryons avaient une tête commune; leurs corps divergeaient au croupion. Dans un cas observé par Reichert, la tête était simple, ainsi que l'*area pellucida* en cet endroit, tandis que le [illegible] et la portion correspondante de l'*area* étaient doubles.

(1) Von den Würmern des süssen und salzigen Wassers.

(2) *Voy.* Schweigger, *Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere*, Leipzick, [illegible]

(3) Froriep's *Notizen*, 606, 607.

(4) *Nov. act. nat. cur.*, t. XII, p. 563.

(5) Eggers, *Von der Wiedererzeugung*. Wurzbourg, 1821, p. 51.

eue, d'après Spallanzani. Nous avons là un exemple de reproduction de la partie stérieure de la moelle épinière (1).

Les pattes renaissent chez les salamandres, tant jeunes qu'avancées en âge. Rudphi a observé que les nerfs de la nouvelle patte n'étant séparés de ceux du nçon par aucune limite distincte. La reproduction de la mâchoire inférieure a u aussi chez ces animaux, et même, chez les tritons, d'après Blumenbach, celle l'œil, avec la cornée, l'iris, le cristallin, dans le cours d'une année; mais il y une condition indispensable, c'est que le nerf optique et une portion des memunes de l'œil soient demeurés intacts au fond de l'orbite. Le blastème dont se ment ainsi peu à peu les diverses parties d'un organe perdu est d'abord gélaeux et transparent; il se montre sous la forme d'un cône gélatineux au moignon s pattes et des branchies qu'on a coupées à une larve de triton. Ce blastème, ipide comme de l'eau, et d'abord dépourvu de vaisseaux, se voit dès le second troisième jour au moignon de la branchie, d'après Steinbuch; puis il s'allonge forme de cylindre; enfin, au bout de quelques jours, il est organisé et parsemé vaisseaux. D'après une communication que m'a faite Dieffenbach, on voit sount, chez les salamandres, une blessure de la peau, des muscles et du périoste, terminer la chute du membre entier, patte ou queue, qui se reproduit plus tard.

J'ai déjà touché précédemment la question de savoir quelle est la cause de la production de parties si compliquées chez un animal adulte, si elle tient au incipe organisateur qui domine les nerfs et qui les produit eux-mêmes lors de la mation primitive, ou si elle dépend des nerfs. Il y a un fait intéressant à conître eu égard à cette dernière hypothèse, c'est que toutes les fibres nerveuses i, avant la section du membre, se répandaient des troncs nerveux dans les pars dont l'ablation a été faite, sont déjà réunies les unes à côté des autres dans troncs encore subsistants du moignon, ce dont je fournirai la preuve quand il a question du système nerveux, et que les troncs nerveux ne sont autre chose e la somme de toutes les fibres primitives qui se déploient dans les branches et ramuscules des nerfs. On prétend qu'une seconde section des nerfs dans le ignon empêche la reproduction chez les salamandres (2). Mais la production s nerfs eux-mêmes est déterminée par un principe supérieur ; car les nerfs se nsforment, tout aussi bien que d'autres parties, lors de la métamorphose des imaux. La cause de la reproduction n'est donc pas la force spéciale des nerfs, is la force organisatrice en général, qui s'annonce jusque chez les végétaux. Dans les classes élevées du règne animal, il ne se reproduit plus aucune partie ssi compliquée qu'un membre ou un œil, mais seulement certains tissus.

Reproduction des tissus.

La reproduction des tissus (3) se montre sous deux formes, c'est-à-dire accom-

(1) *Cons.*, sur la reproduction chez les salamandres, les expériences de Spallanzani, de Bont, de Blumenbach (*Specr physiol. comp. inter animantia calidi et frigidi sanguinis*), de Steinch (*Analecten*) et de Rudolphi.

(2) Todd, *Quarterly journal of sciences*, t. XVI, p. 91. — Treviranus, *Erscheinungen und esetze*, t. II, p. 7.

(3) Kuhnholz, *Considér. génér. sur la régénération des parties molles du corps humain.* Pa-, 1841.

pagnée ou non d'inflammation. Dans aucun cas cependant l'inflammation n'en peut être regardée comme la seule et unique cause. Il arrive souvent, chez l'homme et les mammifères, que la régénération et l'inflammation marchent de concert, et que la première est appelée par la seconde; mais il n'y en a pas moins une différence essentielle entre l'une et l'autre: la régénération est la manifestation de la force médicatrice de la nature; l'inflammation est la conséquence morbide d'une lésion, et tend également au bien et au mal, ce qui dépend des circonstances. Pour se convaincre que la guérison est indépendante de l'inflammation, il n'y a qu'à voir ce qui se passe chez les reptiles : car les serpents se guérissent de plaies même considérables, et avec perte de substance, sans qu'il survienne d'inflammation; la surface se couvre seulement d'une croûte, au-dessous de laquelle se forme la substance nouvelle. J'ai été témoin du phénomène, qu'on assure n'être pas rare non plus chez les oiseaux. Les salamandres et les animaux inférieurs réparent même la perte d'un membre entier sans cet acte pathologique; et qui songerait d'ailleurs à la nécessité de l'inflammation pour que la régénération s'accomplisse? Au contraire, chez l'homme et les mammifères, l'inflammation et la régénération sont simultanées, du moins après les blessures, et la première dure jusqu'à ce que la partie lésée ne souffre plus. On a faussement conclu de là que l'inflammation est un phénomène d'exaltation de la force vitale. Du reste, les animaux supérieurs nous fournissent aussi quelques exemples de régénération sans nulle trace d'inflammation; telle est la reproduction des bois, des ongles, des poils, etc.

1° *Régénération sans inflammation.*

Le test des écrevisses se renouvelle chaque année, lorsque sa capacité ne suffit plus au développement que les parties internes ont acquis. Il se fend et tombe au mois d'août : au-dessous de lui il s'en était déjà formé un autre, qui est d'abord mou et sensible, qui contient même des vaisseaux, mais qui ne tarde pas à s'endurcir, par l'effet d'un dépôt de molécules de carbonate calcaire (1). Au temps de la mue, des concrétions pierreuses, appelées yeux d'écrevisse, se produisent aux deux côtés de l'estomac, dont l'épiderme se renouvelle aussi; ces concrétions disparaissent dès que le nouveau test durcit.

Le bois des cerfs et autres animaux voisins est plus comparable à la matrice des cornes des ruminants qu'aux cornes elles-mêmes. Sa base repose sur la tubérosité frontale, dont un bourrelet osseux et dentelé la sépare. Ce n'est pas à l'époque de l'accouplement (en automne), mais au printemps, que les mâles perdent leur bois et en acquièrent un nouveau. La séparation s'opère par une sorte de ramollissement de la substance osseuse du tubercule frontal, sur la limite entre lui et le bois. La nouvelle proéminence frontale qui se développe ne tarde pas à être recouverte de peau. Alors il s'en élève un tubercule, qui est et demeure couvert par une production de cette peau, jusqu'à ce qu'il ait acquis son parfait accroissement. Pendant tout ce temps, le tubercule est mou et cartilagineux ; au-dessous de sa peau se trouve un véritable périoste, sur lequel rampent des vaisseaux, qui pénètrent la masse du cartilage dans tous les sens. Celui-ci s'ossifie petit à petit, comme tout autre os; il passe par les mêmes états qu'un os de fœtus ou d'enfant, et finit par devenir un os parfait. Cependant le bourrelet de sa base, entre les dentelures duquel passent les

(1) CUVIER, *Anat. comp.*, t. I.

seaux, se développe aussi; ces dentelures, en grossissant, resserrent les vais-
ıx, et enfin les obstruent : alors la peau et le périoste du bois se dessèchent, ırent et tombent, et l'os, se retrouvant à nu, ne tarde pas à tomber lui-même, r renaître de nouveau, toujours plus considérable (1). Après la castration, les nes cerfs ne poussent pas de bois, et les vieux ne changent point le leur.

.es germes organisés des productions cornées, poils et épines chez les mammi-
s, plumes chez les oiseaux, ont également leurs états de diminution et de tur-
ence, qui deviennent causes de la mue, c'est-à-dire de la chute et de la repro-
tion de ces formations. Cependant la reproduction des poils et des plumes diffère elle des bois, en ce que la matrice vasculaire des poils est seule comparable aux , et que la moelle morte des plumes ressemble au bois endurci, tandis que la stance cornée de ces mêmes plumes n'est produite que par la matrice, dont le l analogue, chez les cerfs, est l'épiderme du bois encore mou.

. *Tissus cornés.*

)n sait que les ongles se reproduisent tant que leur matrice subsiste. On a même ervé un commencement de formation d'ongle aux secondes phalanges de doigts avaient subi une amputation partielle (2).

Heusinger a jeté du jour sur la question de la mue des mammifères (3). Cinq rs après l'arrachement d'un poil de la moustache du chien, il s'en était repro-
t un autre long de plus de deux millimètres. Dans la mue, le bulbe de l'ancien l pâlit, et il se forme à côté de lui un globule noir, qui se convertit en un nou-
u cylindre pileux. C'est un fait fort intéressant que la matrice du nouveau poil t en quelque sorte une excroissance du sol productif du follicule, et non l'ancien me. On assure que la même chose arrive pour les épines. Dans la mue des aux, l'épiderme du bec et autres points du corps se détache sous la forme de ques ou d'écailles furfuracées. A la chute des anciennes plumes, les germes des ivelles existent déjà (4).

Divers auteurs admettent, d'après leurs observations, qu'un poil arraché et nté de suite dans la peau y reprend racine (5). Le fait ne me paraît cependant constaté. Le bulbe des poils étant organisé à l'intérieur, on peut bien con-
oir qu'il se soude avec des parties de la peau autres que le fond d'un follicule ux; mais combien n'est-il pas facile, en pareil cas, d'être la dupe de quelque sion !

. *Tissu dentaire.*

.es dents se renouvellent, parce qu'elles ne peuvent croître à leur couronne, et il en faut de nouvelles pour correspondre aux dimensions accrues des mâchoires. nouvelles dents, qu'on appelle aussi dents de remplacement, percent à l'âge six ou sept ans, mais leurs couronnes s'étaient formées bien avant cette époque.

(1) Cuvier, *Anat. comp.*, t. I, p. 113. — Berthold, *Beiträge zur Anatomie, Zoologie und ysiologie.*

(2) Blumenbach, *Instit. physiol.*, p. 511.

(3) Meckel's *Archiv*, 558.

(4) *Voy.* pour les détails A. Meckel, dans Reil's *Archiv*, t. XII.

(5) Dzondi, *Beiträge zur Vervollkomnung der Heilkunde.* Halle, 1816. — Dieffenbach, *De neratione et transplantatione.* Wurzbourg, 1822. — Wiesmann, *De coalitu partium a iquo corpore prorsus disjunctarum.* Leipzick, 1824,

On sait qu'il n'y a que huit molaires de lait, et que celles de remplacement sont au nombre de vingt. Les premières ont toutes quatre tubercules; parmi celles de remplacement, les deux antérieures de chaque mâchoire n'en ont que deux, tandis que les postérieures en ont quatre. Les dents de lait commencent à se développer au troisième mois de la vie intra-utérine, et à percer la gencive au sixième mois après la naissance.

Les dents de remplacement ont des rapports particuliers de placement avec celles de lait. Les trois molaires postérieures de la seconde dentition sont placées sur la même série que les dents de lait, et viennent s'établir à côté des molaires de lait, auxquelles elles ressemblent aussi pour la forme de la couronne. Les molaires antérieures, les canines et les incisives de remplacement, sont situées d'abord derrière les dents correspondantes de la première dentition. Suivant J.-F. Meckel, le follicule de la première grosse molaire de remplacement (la troisième) se forme dès avant la fin du quatrième mois de la grossesse; ceux des incisives ne paraissent qu'au commencement du huitième mois. Ils sont suivis par celui de la canine, puis par celui de la grosse molaire moyenne. Quelques semaines seulement après la naissance, se forme celui de la petite molaire antérieure. Puis viennent celui de la petite molaire postérieure, et ordinairement à quatre ans celui de la troisième grosse molaire (1). Au dire de Blake et de Meckel, les follicules des dents permanentes naissent de ceux des dents de lait, par une sorte de gemmation. Cependant Meckel soutient que la communication n'a lieu qu'entre les feuillets externes des follicules dentaires, et que les feuillets internes sont tout à fait isolés les uns des autres, de sorte que le nouveau sac dentaire interne se développe dans l'ancien entre lui et le feuillet externe, sans que leurs cavités communiquent ensemble. La troisième molaire commence à s'ossifier vers la fin de la grossesse. Peu à peu les alvéoles des nouvelles dents se séparent de ceux des anciennes : cependant les deux cavités continuent toujours de communiquer ensemble par une ouverture considérable, à travers laquelle passe le cordon qui unit les deux sacs l'un à l'autre. La seconde dentition commence à six ou sept ans : les molaires antérieures percent les premières, puis les incisives et les canines; les molaires moyennes ne paraissent qu'à treize ou quatorze ans, et les postérieures ne percent que de seize à vingt ans. Avant de tomber, les dents de lait perdent leurs racines.

Divers auteurs ont prétendu que, quand on arrachait les dents d'un animal, et qu'aussitôt on les remettait en place, elles se consolidaient de nouveau; mais le fait n'est pas bien démontré. Il s'agit ici de l'adhérence du germe dentaire déchiré et de ses vaisseaux avec le fond de l'alvéole. Pour résoudre le problème, il faudrait nourrir de garance des animaux chez lesquels on viendrait de transplanter les dents; s'il s'opérait une adhérence, la couche la plus interne de la dent devrait prendre une teinte rouge.

Chez les serpents, il se forme continuellement de nouveaux crochets à venin. Les nouvelles dents du crocodile pénètrent dans les cavités coniques des anciennes.

c. Cristallin.

Il paraît que, dans certains cas, le cristallin se reproduit après avoir été enlevé, et que la capsule en forme un nouveau. Leroy d'Étioles a observé ce phénomène (2)

(1) Meckel, *Manuel d'anatomie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1825, t. III, p. 351.

(2) *Journal de physiologie*, par Magendie, Paris, 1827, t. VII, p. 30.

le la capsule guérie était tantôt une masse granuleuse, tantôt un petit
laire : une fois il se produisit un cristallin très volumineux (1).

ration avec inflammation.

ous les cas de régénération chez l'homme se rangent ici : cependant
ter la reproduction des germes dentaires et pileux, qui s'opère quel-
peut même avoir lieu pathologiquement, par exemple, dans l'ovaire et
s du corps. Cette production paraît s'effectuer d'après les mêmes lois;
identelles qui en résultent ont de l'émail et naissent dans des folli-

ration à la suite d'une inflammation exsudative.

e partie blessée ou non blessée, qui offre des surfaces libres, vient à
'inflammation, celle-ci entraîne à sa suite l'exsudation d'un liquide
le la liqueur du sang. S'il n'y a point de surfaces libres, la matière
accumule dans les vaisseaux capillaires et dans le tissu de l'organe, et
. Cette matière est liquide au moment de sa transsudation ; elle suinte
ı la surface des membranes enflammées ; d'abord translucide, elle de-
peu blanchâtre et consistante. La substance qui la constitue est la
ıte dans le sang. A l'époque où elle est encore molle, elle paraît tendre
ion par l'effet d'un principe de vie inhérent à la fibrine ; cette tendance
ı moyen de l'affinité qu'elle a pour les surfaces enflammées, et du
oque qui s'établit. On voit apparaître, dans la matière exsudée, des
qui appartiennent aux formations celluleuses, et ces cellules produisent
vaisseaux, de la même manière absolument que les premiers vaisseaux
orment dans l'œuf. Schrœder van der Kolk et Pockels sont parvenus à
belles injections des vaisseaux sanguins contenus dans des exsudations.
aussi de nouveaux lymphatiques dans ces fausses membranes, ainsi
n'en convaincre sur plusieurs préparations de Schrœder, où l'on voit,
ères et des veines, des vaisseaux lymphatiques remplis de mercure (3).
ons qui ont lieu à la surface des membranes muqueuses, dans le croup,
ne sont point, en général, organisées.

gne de remarque est la formation de vaisseaux nouveaux entre les
'une artère qui a été liée et coupée. Maunoir, Parry, Meyer, ont fait
observations qui s'accordent assez bien les unes avec les autres. Les
'Ebel, et les planches dont elles sont accompagnées, ne permettent
uer le phénomène en doute (4). La connexion nouvelle s'établit au
lusieurs vaisseaux, quelquefois contournés, qui vont d'un bout à
rtère, par exemple, de la carotide primitive. Lorsqu'on a cherché à
fait, on a oublié que, chez les animaux, la carotide primitive fournit

IAYER, dans le *Journ. de Græfe*, t. XVII, p. 1. — VROLIK, *ibid.*, t. XVIII, p. 4. —
:, *Beobachtungen ueber die organischen Verænderungen im Auge, nach Staaro-*
ıncfort, 1828. — Textor (*Ueber die Wiedererzeugung der Krystallinse.* Wurz-
observé la reproduction du cristallin cinq fois chez l'homme et plusieurs fois
'intégrité de la capsule est nécessaire à cette reproduction. (*Note du trad.*)
Archiv, t. I, p. 519.
ɪɴ, *Obs. anat. path.*, 43.
natura medicatrice, sicubi arteriæ vulneratæ et ligatæ fuerint. Giessen, 1826.

plusieurs petits ramuscules aux muscles du cou, de sorte que les préten veaux vaisseaux ne sont probablement que des transformations de résea laires préexistants.

Quant à ce qui concerne la cicatrisation, par première intention, de p ont été séparées l'une de l'autre, il y a une chose bien certaine, c'est q partie organisée et atteinte d'inflammation exsudative s'accole à celles qui sent les mêmes conditions; les nerfs peuvent aussi s'unir, non seuleme eux, mais encore avec des muscles, du périoste, des aponévroses. Des même totalement séparées du corps, peuvent reprendre lorsqu'on les met suite en contact intime avec la surface homologue ou non d'une plaie r pourvu que l'inflammation n'ait pas, dans celle-ci, dépassé la période d' tion. Ce dernier phénomène a lieu fort rarement, sans doute; mais il n'en moins incontestable. Hunter a transplanté la dent d'un chien dans la crê coq, où elle se consolida; la pièce existe à Londres, dans le musée Hunter je l'ai vue: la cavité dentaire est très large, ce qui dut rendre d'autant plu l'adhérence du germe. Hunter a transplanté une glande du bas-ventre d' dans celui d'une poule; il a transplanté aussi l'éperon d'un coq: l'opéra réussi dans les deux cas (1). Baronio a fait des expériences analogues. Merrem et Walther, la pièce d'os qu'on détache avec la couronne de trép reprendre. Je dois également citer ici le fait remarquable de Bünger, qui a la reprise d'un nez fabriqué avec un lambeau de peau totalement détach cuisse. On est quelquefois parvenu, dans ces derniers temps, à transplant la cornée transparente d'un œil à un autre (2).

L'adhésion d'un lambeau de peau, tenant encore au corps, avec d'aut ties du même corps, s'effectue plus facilement. C'est un phénomène su repose l'art de l'autoplastie, et auquel la chirurgie est redevable de prog une large part revient à Dieffenbach. Une fois que le lambeau a contr adhérences, on peut couper le pont qu'on avait ménagé jusque-là pour l en communication avec l'organisme. L'adhésion de deux parties enfla dont les chirurgiens tirent un si grand parti pour guérir des solutions d nuité, ou supprimer certaines sécrétions, est un phénomène général dans ties organisées.

Des individus différents peuvent même s'accoler l'un à l'autre de cette Quand l'union de deux embryons s'opère ainsi, c'est une loi sujette à l d'exceptions, qu'ils se collent ensemble par leurs parties similaires, avec perte de substance; il arrive même quelquefois, alors, que les parties sym de l'un des embryons s'éloignent les unes des autres à l'endroit de l'ad et vont s'unir aux parties correspondantes de l'autre embryon, d'où résu monstres janiceps.

Rathke a rencontré un cas dans lequel un embryon était uni avec la t autre par son cordon ombilical (3).

En ce qui regarde la régénération des divers tissus, il est de règle que ties divisées d'un tissu contractent adhérence ensemble, lorsqu'elles se t

(1) Abernethy, *Physiol. lect.*, p. 253.
(2) *Cons.* à ce sujet Feldmann, dans Ammon's *Journal fuer Chirurgie*, 1844, t. III
(3) Meckel's *Archiv*, 1830, p. 4.

nt la période d'exsudation de l'inflammation ; mais la substance de formation lle, qui unit les parties organisées, et qui est d'abord de la fibrine, ne pos- as parfaitement, dans les organes destinés au sentiment et au mouvement ulaire, les propriétés que ces tissus offrent partout ailleurs. Dans la plupart utres tissus, la régénération est complète, même par rapport aux qualités iques, principalement dans les tissus qui ont moins d'importance par leurs iétés vitales que par leurs propriétés physiques, dont la vie assure le main- comme les os. Mais les tissus de cette dernière espèce ne se régénèrent pas avec la même facilité. La régénération des cartilages est très difficile (1) ; des tendons offre moins de difficultés (2) ; la plus facile de toutes est celle s (3).

s os spongieux, comme ceux du crâne, ceux du bassin et les épiphyses des os driques, guérissent plus difficilement que ceux qui sont plus denses. Cer- s fractures, celle de la rotule, par exemple, ne guérissent souvent que par rposition d'une masse ligamenteuse flexible. De même, les fractures intra- laires du col du fémur guérissent en général, non par un cal, mais par la action d'une masse ligamenteuse (4). Le trou qu'une couronne de trépan a u crâne se remplit rarement, même au bout d'un long espace de temps, d'une ance parfaitement osseuse ; cependant le cas a lieu quelquefois, et Scarpa l'a vé.

guérison des fractures repose sur l'inflammation exsudative et la transforma- le l'exsudation en un cartilage qui, après avoir constitué pendant quelque s un moyen d'union assez informe entre les fragments, finit par se transformer ême peu à peu en os. L'exsudation part de toutes les parties qui ont été ées au moment de la fracture, de l'os aussi bien que du périoste, du tissu aire ambiant et de toutes les parties dont l'inflammation vient à s'emparer. première exsudation se compose, comme partout dans l'inflammation, de la e dissoute du sang ; elle acquiert bientôt la consistance d'une gelée, qui s'or- ., pendant que l'inflammation continue et que le périoste se tuméfie. Il faut a distinguer du cal proprement dit ; elle est le produit uniforme de l'inflam- n de toute partie quelconque qui a été blessée ; le cal est la base de la nou- ubstance osseuse, et il a les os pour point de départ immédiat. Les recherches escher (5) ont beaucoup contribué, dans ces derniers temps, à éclaircir la e de la formation du cal. Voici en quoi consiste ce travail.

E.-H. Weber a réuni les faits relatifs à la guérison des plaies des cartilages (*Anatomie*, 306)

Arnemann, Murray, Moore, Kœhler et Ammon ont fait des expériences sur la régéné- du tissu fibreux. — *Voy.* Ammon, *Physiologia tenotomiæ experimentis illustrata.* , 1837.

Textor (*Ueber die Wiedererzeugung der Knochen nach Resectionen beim Menschen.* ourg, 1842) a fait une longue série de recherches sur la régénération des os chez l'homme, es résections, opération qu'il dit avoir pratiquée quatre-vingt-sept fois. La reproduction longs s'opère aisément lorsque le périoste a été ménagé. Celle des os courts et spongieux as aisée. Les têtes articulaires ne se régénèrent pas, ou du moins ne le font que très in- ttement ; mais souvent il se forme un cartilage interarticulaire. La régénération des côtes s facile ; Textor en a vu deux exemples. (*Note du trad.*)

Otto, *Pathologische Anatomie*, p. 225.

De inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berlin, 1836.

Après une fracture, l'inflammation se dessine d'abord très vivement dans les parties molles, périoste, tissu cellulaire et muscles, qui se gonflent, s'épaississent, contractent des adhérences ensemble, et forment ainsi une capsule solide autour de la fracture. L'inflammation fait suinter, à la face interne de cette capsule, une substance demi-fluide, qui devient peu à peu plus ferme, et dans laquelle se développent des vaisseaux. Une substance pareille exsude du tissu médullaire de l'os fracturé. Cette masse, et celle qui est formée par la capsule, se confondent ensemble. De là résulte la substance intermédiaire qui est située dans la capsule, et qui enveloppe la fracture. Cette substance acquiert une texture fibreuse, et remplit tous les interstices des os, pendant que les muscles, le tissu cellulaire et le périoste reviennent à leur état primitif. Les os sont pris d'inflammation aussi, mais plus tard que les parties molles, et d'abord à quelque distance des bouts de la fracture, là où ils sont encore couverts du périoste, et même dans leur intérieur. Ils laissent également exsuder une masse gélatineuse, dans laquelle se forment des vaisseaux; pendant que cette substance s'accroît, elle se métamorphose en cartilage et en os du côté où elle fait corps avec l'os. C'est là le cal proprement dit, qui remplit aussi plus ou moins la cavité osseuse. Extérieurement, la substance s'avance jusqu'au delà des fragments, et les productions des deux os s'unissent ensemble. Telle est la formation du cal primitif. Cependant les surfaces des os contractent des adhérences avec la capsule formée par les parties molles et le cal primitif lui-même, et les bouts de la fracture se soudent avec la substance intermédiaire. Alors se produit le cal proprement dit, dont le développement a lieu aux dépens de la substance intermédiaire devenue ligamenteuse, et sur la face inégale duquel le périoste se reproduit.

La première apparition du cal primitif a lieu dans la partie de l'os où le périoste tient encore à ce dernier. C'est une matière, d'abord demi-liquide, qui se forme entre le périoste et l'os, et dans laquelle des vaisseaux sont visibles dès le troisième jour. C'est donc, d'après les recherches de Miescher, de l'os lui-même que provient toujours le cal. Si l'on a cru quelquefois apercevoir dans ce cal des points d'ossification qui, sur la coupe transversale, semblaient isolés de la partie de l'os d'où part la formation du cal, un examen plus attentif a démontré qu'ils tenaient à cette partie productive dans des points autres que la surface de la section. Quant aux changements ultérieurs que le cal subit après l'adhésion des bouts de l'os, ils consistent dans le rétablissement de la cavité médullaire au centre du cal, et dans le changement de forme qu'éprouve ce dernier. Du reste, les métamorphoses du tissu du cal s'opèrent absolument de la même manière que dans la première ossification. Tant que le cal est cartilagineux, il contient des corpuscules osseux microscopiques : à l'époque de l'ossification, il se développe aussi de la substance spongieuse dans la substance de l'os (1).

(1) On trouve une exposition complète des diverses opinions sur la formation du cal dans l'article *Cal* du *Dict. des sc. méd.*, dans Richter (*Handbuch der Lehre von den Brüchen der Knochen*. Berlin, 1828, p. 89-117), et dans Miescher. Les principaux ouvrages sur ce sujet sont : Haller, *Elem. physiol.*, t. VIII, p. 345. — Detlef, dans Haller, *Op. minor.* p. 463. — Troja, *De novorum ossium regeneratione exp.* Paris, 1775. — Koehler, *Exp. regenerat. ossium*. Gœttingue, 1786. — Van Heekeren, *De osteogenesi præternaturali*. 1798. — Macdonald, *De necrosi et callo*. Edimbourg, 1799. — Dupuytren, dans *Dict. de*

controverse a porté principalement sur la part que le périoste prend à la for- on du cal. Duhamel, Schwenke, Bordenave, Blumenbach, Koehler, Dupuy- et Boyer lui en attribuaient une essentielle. Detlef avait déjà fait voir qu'il prend aucune, au contraire, et qu'il se forme plus tard. Haller, Sœmmer- , Scarpa, Richerand et Cruveilhier faisaient provenir le cal d'une exsudation bouts fracturés eux-mêmes. Il a déjà été parlé plus haut de l'opinion antiphy- gique de Duhamel, suivant laquelle le périoste serait l'organe producteur de Comme l'os ne se forme pas en premier lieu, ce ne peut pas non plus être qui produise le cal. Après la fracture, le périoste ne prend part qu'à l'exsuda- primitive, comme toutes les autres parties molles qui ont souffert de la bles- . A la vérité, il concourt à la production du cal proprement dit, entre lui et mais en tant seulement qu'il est nécessaire à la nutrition de l'os sous-jacent, reçoit de lui ses vaisseaux. Mais j'ai déjà dit précédemment que la formation issus spécifiques exige autre chose que l'existence de vaisseaux pleins de ma- aux nutritifs.

e développement des premiers points d'ossification du cal tout auprès de l'os, manière dont ils grandissent, prouvent que la présence de l'os est nécessaire la formation d'une nouvelle substance osseuse.

es membranes séreuses sont, de toutes les parties, celles qui ont le plus de ance à exsuder de la liqueur du sang, probablement parce que ce sont elles qui ont le moins de tissu assimilateur propre : aussi les adhérences ne sont- nulle part plus communes que dans ces membranes. On ne sait pas encore positivement si de nouvelles membranes synoviales se produisent dans les es articulations qui s'observent à la suite de luxations anciennes; Meckel s'est t-être prononcé d'une façon trop expresse, car la synovie d'une nouvelle arti- tion peut très bien provenir d'un reste de membrane synoviale demeuré adhé- à l'os.

a cicatrice des plaies de la peau qui guérissent par première intention, c'est-à- pendant la période d'exsudation, est plus dense que la peau elle-même et ible; rouge d'abord, elle blanchit avec le temps; elle a aussi un épiderme plus Des cicatrices plus étendues succèdent aux plaies avec perte de substance à la , qui guérissent par inflammation suppurative. Dans ce cas, la cicatrice est urvue de poils, et, chez les nègres, elle commence presque toujours par être che, mais il lui arrive fréquemment de noircir avec le temps.

es membranes muqueuses contractent avec le temps des adhérences les unes les autres, ce qui explique en partie les difficultés de la staphyloraphie et de éroraphie. Quand le conduit excréteur d'une glande a été coupé, et que les bouts restent affrontés, la continuité du canal se rétablit quelquefois. C'est ue Müller a observé le premier (1), trois fois sur le canal de Wharton, une sur le conduit pancréatique, et deux fois sur le canal déférent du chien et du

, t. XXXVIII, p. 434. — Kortum, *Exp. circa regenerat. ossium*. Berlin, 1824. — Me- , *Diss. de regenerat. ossium*. Leipzick, 1823. — M.-J. Weber, *Nov. act. nat. cur.*, 2. — Breschet, *Recherches expérimentales sur la formation du cal*. Paris, 1819. — E. Lambron, *Sur le cal*, Paris, 1842, in-4. — H. Lebert, *De la formation du cal ;* dans *Annales de la chirurgie*, Paris, 1844, t. X, p. 129.

(1) *De vulneribus duct. excret.* Tubingue, 1819.

chat. Brodie, Tiedemann, Gmelin, Leuret et Lassaigne ont aussi vu ce phé-mène dans certains cas, après la ligature du canal cholédoque. Dans quel-unes des expériences de Tiedemann, la jaunisse disparut au bout de dix à qu[illegible] jours. Ou la ligature avait coupé le canal et était tombée avant la reprise des b[illegible] de la section; ou bien il s'était épanché de la lymphe coagulable autour d'elle, peut-être alors était-elle tombée dans l'intérieur du conduit rétabli, dont l'or[illegible] intestinal l'avait transmise dans l'intestin. Le rétablissement du canal a eu [illegible] dans un délai de treize à vingt-six jours (1).

Les glandes se cicatrisent, mais la substance de la cicatrice n'acquiert pas [illegible] propriétés de la substance glandulaire. Il en est de même des muscles. Sui[illegible] P.-F. Meckel, Richerand, Parry, Huhn, Murray et Autenrieth, la substance [illegible] la cicatrice des muscles ressemble au tissu cellulaire condensé, et ne se contr[illegible] pas sous l'influence du galvanisme (2). Les plaies de la matrice remplie du pr[illegible] de la conception se cicatrisent fort aisément; elles deviennent en peu de te[illegible] très petites par l'effet du resserrement de l'organe. Il paraît que c'est princi[illegible] ment l'enveloppe séreuse extérieure de la matrice qui devient le siége de la c[illegible] trice (3). On ne peut certainement point admettre une nouvelle productio[illegible] véritable substance musculaire, telle que celle qui a été décrite par Wolff (4); [illegible] couches fibreuses sur la plèvre et le péricarde, que j'ai vues dans le cabinet [illegible] Heidelberg, ne peuvent être que des exsudations fibrineuses. Les seuls carac[illegible] auxquels il nous soit permis de reconnaître la substance musculaire, sont la fa[illegible] qu'elle a de se contracter et l'aspect qu'elle présente au microscope (5).

Arnemann, Haighton, Prevost, Meyer, Fontana, Michaelis, Swann, Bre[illegible] Tiedemann, Schwann et Steinruck, ont fait des recherches sur la régénér[illegible] des nerfs. L'ancienne histoire de ce point de physiologie contient encore des c[illegible] obscures, parce que plusieurs observateurs ont confondu ensemble deux q[illegible] tions fort différentes, savoir, si les bouts d'un nerf coupé reprennent, et [illegible] masse de la cicatrice possède les propriétés du tissu nerveux. On sait que, q[illegible] un nerf a été coupé, les deux bouts s'écartent un peu l'un de l'autre par l'[illegible] ticité de leur gaîne. Mais il n'est pas le moins du monde douteux que ces [illegible] bouts se réunissent lorsqu'on les tient rapprochés. Quant à savoir si la subst[illegible] de la cicatrice a les propriétés des nerfs, il faudrait pour cela qu'elle conti[illegible] fibres nerveuses primitives. Arnemann (6) a trouvé qu'elle diffère de la subst[illegible] proprement dite des nerfs, et qu'elle forme un renflement dur. D'un autre c[illegible] Fontana (7) conclut de ses expériences sur la paire vague des lapins, qu'il [illegible]

(1) Tiedemann et Gmelin, *Rech. exp. sur la digestion*, t. II, p. 49. La reproductio[illegible] canal cholédoque, après sa ligature, a été observée par d'autres personnes encore, [illegible] par Schwann, dont les expériences sur la bile seront rapportées à l'article de la Digestion.

(2) Kleemann, *Diss. circa reprod. partium*. Halle, 1789 — Huhn, *De regeneratione* [illegible] *tium mollium*. Gœttingue, 1787. — Murray, *De redintegratione partium*. Gœttingue, 17[illegible] Autenrieth et Schnell, *Diss. de nat. unionis musculorum vulneratorum*. Tubingue, 18[illegible]

(3) *Comp.* Mayer, dans le *Journal de Græfe*, t. XI, p. 4.

(4) *Tract. de formatione fibrarum muscularium in pericardio atque in pleura.* [illegible] berg, 1832.

(5) *Comp.* Wutzer, dans Mueller's *Archiv*, 1834, p. 451.

(6) *Versuche über die Regeneration*. Gottingue, 1797.

(7) *Essai sur le venin de la vipère*. Florence, 1781.

nité entre les deux substances. Prevost, qui avait coupé ce même nerf sur des ts, et qui en avait laissé les deux bouts se recoller, a trouvé, au bout de quatre is, que les filets nerveux se continuaient à travers le tissu de la cicatrice. Mi-elis (1) a avancé une proposition très peu vraisemblable, quand il a prétendu plusieurs semaines après l'excision d'une portion longue de neuf à douze es, les deux bouts n'en étaient pas moins réunis par des filets nerveux.

Meyer (2) et Tiedemann ont soumis la substance de formation nouvelle à l'épreuve l'acide azotique, qui dissout les enveloppes des nerfs, sans attaquer la substance veuse. Mais ce réactif est sujet à induire en erreur. En examinant au micros- la cicatrice du nerf sciatique d'un lapin que j'avais coupé sept semaines au-avant, et dont les deux bouts s'étaient rejoints, il ne m'a pas été possible d'ac-rir pleine et entière certitude de l'existence des fibres primitives parallèles dans masse, qui était encore dure, et qui semblait formée d'un tissu cellulaire . Cependant Schwann est parvenu à en voir chez la grenouille ; dans ce cas, aculté conductrice des nerfs s'était rétablie.

es expériences physiologiques sur le rétablissement du sentiment et du mou-ent dans les parties dont les nerfs ont été coupés, sont d'un grand poids ; mais eut dire de presque toutes celles que nous connaissons, qu'elles n'ont pas été s avec assez de critique.

rnemann, qui ne croyait pas à la régénération des nerfs, a vu le sentiment se blir dans une de ses expériences, où l'un des nerfs cutanés d'une des pattes de ant d'un chien avait été coupé. Descot (3) a observé le même phénomène chez homme qui s'était coupé le nerf cubital ; le quatrième doigt et le cinquième nt d'abord complétement insensibles ; mais, au bout de quelques jours, ecouvrèrent un peu de sensibilité, qui ensuite se rétablit graduellement d'une ière complète. J'ai vu Wutzer enlever une tumeur du nerf cubital au bras jeune homme ; le nerf fut coupé au-dessus et au-dessous de la tumeur, avec elle on en extirpa un bout long de deux pouces et demi. Il y avait là impossi-é que la substance nerveuse se reproduisît ; cependant, au bout de trois se-nes ou d'un mois, la sensibilité reparut peu à peu, non pas dans le cinquième t, mais au côté cubital du quatrième, évidemment parce que le nerf palmaire tal de ce doigt s'anastomose avec un filet de nerf médian ; au bout de huit , les deux côtés du quatrième doigt avaient recouvré pleinement leur sensibi- Gruithuisen a observé sur lui-même le retour graduel, mais incomplet, du iment, après la section d'un nerf dorsal du pouce. Dans un cas, rapporté par e (4), où une partie du nerf cubital avait été excisée, le petit doigt, cinq ans , ne pouvait encore rendre aucun service, et ne procurait que des sensations ures. Dans la grande majorité des expériences d'Arnemann, la portion infé-re du nerf coupé était tout à fait insensible après un laps de temps de cent à soixante jours.

aighton (5) coupa la paire vague chez un chien, sur l'un des côtés du cou ;

) *Ueber die Regeneration der Nerven*, Cassel, 1785.
) Reil's *Archiv*, t. II, p. 149.
) *Dissert. sur les affections locales des nerfs*. Paris, 1822.
) *Med. chir. Transactions*, London, 1816, t. VII, p. 173.
) *Philos. Trans.*, 1795.

trois jours après, il pratiqua la section de l'autre nerf, et l'animal mourut, comme il arrive toujours quand on coupe les deux nerfs à la fois. Sur un autre chien, il coupa l'un des deux nerfs de la huitième paire, et, neuf jours après, l'autre; l'animal survécut treize jours. Un autre chien, chez lequel on avait laissé six semaines entre les deux opérations, ne périt pas; il demeura seulement malade pendant six mois, à l'expiration desquels il avait recouvré la voix, même plus forte que par le passé. Haighton recoupa les deux nerfs l'un après l'autre chez un chien qui, dix-neuf mois auparavant, avait déjà subi une première fois la double opération; l'animal mourut le second jour. Richerand a répété sans succès les expériences du physiologiste anglais. Mais elles ont réussi entre les mains de Prevost (1). Un ... deux mois après la section d'un des deux nerfs de la paire vague, le second ... coupé, chez deux chats nouveau-nés, qui périrent, le premier en quinze heures, le second en trente-six; deux jeunes chats auxquels on ne coupa le second nerf ... quatre mois après le premier, vécurent encore quinze jours; mais, l'opération ayant été répétée ensuite sur le nerf qui l'avait déjà subie le premier, les ... succombèrent en trente heures (2).

On allègue encore une autre série d'expériences, dans lesquelles des membres dont les nerfs avaient été coupés recouvrèrent la faculté de se mouvoir. La plupart de ces expériences ne prouvent absolument rien, à moins que, comme l'a ... Tiedemann, on n'ait coupé tous les nerfs d'un membre. Swann (3) en a fait beaucoup sur la section du nerf sciatique chez les lapins : aucune n'a donné de résultat ... cisif. Après l'opération, les animaux ne tardèrent pas à pouvoir marcher, mais ne recouvrèrent jamais le complet usage du membre. Nous n'avons pas lieu d'... surpris de ce qu'ils purent se servir de leur patte quelques jours après la ... du nerf sciatique à la cuisse, car les nerfs des muscles de la cuisse se détachent très haut du plexus et du nerf sciatiques, l'opération ainsi pratiquée ne les ... généralement pas. D'ailleurs les muscles de la cuisse reçoivent aussi des filets ... crural et de l'obturateur. La section du sciatique au milieu de la cuisse, et ... plus haut, ne paralyse que les nerfs péronier et tibial, par conséquent aussi les muscles de la jambe et du pied; sans doute ces deux segments du membre ... sauraient fournir un appui complet après l'opération, mais l'animal n'en ...

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1827, t. X, p. 168.

(2) Descot a pratiqué la seconde section trente-deux jours après la première, et l'... (chien) a survécu un mois (*Sur les affections locales des nerfs*, p. 90). Flourens a vu la ... survenir quatre jours après la section d'un des nerfs pneumogastriques chez un coq ... l'autre avait été coupé huit mois auparavant (*Ann. des sc. nat.*, 1828, t. XIII, p. 116). ... a laissé, chez deux chiens, six semaines d'intervalle entre les deux résections; l'un ... troisième jour, et l'autre le cinquième (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 256). Sédillot (*Du pneumo-gastrique et de ses fonctions*. Paris, 1829) a vu un chien survivre deux mois et ... la double section. Suivant la remarque de Longet (*loc. cit.*, p. 356), il y a trois circonstances à prendre en considération pour se rendre compte de cette diversité dans les résultats : ... tissu intermédiaire peut s'être produit ou ne pas s'être formé; 2° dans le cas même où il s'est développé, il peut être devenu plus ou moins bon conducteur durant le laps de temps ...; 3° enfin, il existe entre les deux nerfs laryngés une anastomose, variable en volume et ... portance, qu'il a vue, chez un chien, égaler au moins le tiers de la grosseur du tronc ... de la paire vague. (*Note du trad.*)

(3) *Sur le traitement des maladies locales des nerfs.*

ins à se servir de sa patte au moyen des muscles de la cuisse qui n'ont subi
: atteinte.

lemann, qui a coupé dans l'aisselle d'un chien tous les troncs nerveux de la e devant, notamment le cubital, le radial, le médian et le cutané externe, ırqué, au bout de huit mois, et plus encore au bout de vingt et un mois, ıblissement tel de la sensibilité et de la motilité, que l'animal avait fini par rer l'entier usage de son membre. C'est là une des expériences les plus con-:s en faveur de la régénération des nerfs.

peut, pour résoudre le problème de la régénération des nerfs, recourir à ɔériences sur la faculté conductrice de la cicatrice, en excitant les nerfs au-de cette dernière, par des agents mécaniques ou par le galvanisme. En sa de substance humide, la cicatrice conduit l'électricité; mais conduit-elle ıcipe nerveux lorsqu'on fait agir le galvanisme sur la portion de nerf située sus d'elle? Dans les expériences galvaniques, il ne faut employer qu'une paire de plaques, parce que des courants plus forts, dirigés en travers et e sens de l'épaisseur du nerf, pourraient aisément entraîner une dérivation : sens de la longueur du nerf, et à travers la cicatrice, ce qui reviendrait au que si l'on excitait le cordon nerveux au-dessous de cette dernière.

ınd on enlève une portion considérable d'un nerf, de manière que les deux ıe puissent reprendre qu'incomplétement, ou même ne le puissent pas du ; nerf ne tarde pas à perdre entièrement son irritabilité au-dessous de la sec-ient-on alors à l'irriter, il ne provoque plus de convulsions dans les muscles, le prouvent les expériences que j'ai faites, de concert avec Sticker (1), et elles de Longet. Si, au contraire, la section n'a point été accompagnée d'une e substance, et que les deux bouts se soient parfaitement réunis, non seu-le nerf conserve, au-dessous de la cicatrice, son aptitude à ressentir les ıns directes, mais encore la cicatrice conduit plus ou moins bien le principe x, et il survient des convulsions lorsqu'on fait agir au-dessus d'elle des ıns mécaniques ou galvaniques.

production s'effectue plus rapidement et plus facilement chez les animaux froid. Schwann coupa le nerf sciatique au milieu des deux cuisses d'une gre-Dans les premiers temps qui suivirent l'opération, l'animal sautait rarement, isait guère que ramper; mais, au bout d'un mois, il sautait déjà plus sou-, au bout de trois mois, ce mouvement avait lieu chez lui presque aussi bien z une grenouille non opérée : la sensibilité avait aussi presque entièrement dans les pattes, où d'abord elle s'était montrée abolie. Lorsqu'après avoir nerfs à nu, on les irritait avec une aiguille tout au haut de la cuisse, ou atement au-dessus de la cicatrice, il survenait des convulsions dans les ; correspondants. La même chose arrivait quand on irritait les nerfs au-de la cicatrice, ou les muscles eux-mêmes. La substance de la cicatrice, d'une ligne, n'avait pas le brillant du reste du nerf; elle était un peu plus ide. Le microscope y faisait apercevoir, dans toute sa longueur, des filets t serrés les uns contre les autres, et l'apparence de translucidité semblait ıiquement à ce que le névrilème s'était reproduit d'une manière moins

ELLER's *Archiv*, 1834, p. 202.

complète. Ces filets se continuaient sans interruption avec ceux des deux bouts du nerf.

La reproduction des nerfs, avec rétablissement de la faculté conductrice, a [illegible] récemment constatée par les nombreuses expériences de Steinrueck (1). Parmi [illegible] faits intéressants que ce physiologiste signale, on remarque la déformation des [illegible] gles, chez les lapins, après la section du nerf sciatique, et la chute des moust[illegible] après celle du nerf sous-orbitraire.

Une circonstance qui parle aussi en faveur de la régénération des nerfs après [illegible] section de petits filets nerveux, c'est le retour d'un certain degré de sensi[illegible] dans les lambeaux de peau transplantés, dont on a coupé le pont lorsque les bords avaient contracté adhérence avec ceux de la plaie. Si les filets nerveux ne [illegible] régénéraient pas dans les points d'adhérence, ces lambeaux seraient complète[illegible] insensibles. Or, d'après ce que m'a dit Dieffenbach, l'un des hommes les [illegible] expérimentés à cet égard, la sensibilité y demeure toujours très faible, il est [illegible] mais on ne peut pas la révoquer en doute (2).

Un fait surtout contribue à rendre très difficile de se former une idée nette [illegible] phénomènes qui ont lieu lors de la régénération des nerfs : c'est l'existence [illegible] tanée, dans certains nerfs, de fibres motrices et de fibres sensibles, dont les [illegible] mières ont seules, comme nous le montrerons ailleurs, la propriété de pro[illegible] des mouvements musculaires. Il faudrait donc que, dans la régénération, les fi[illegible] de chacun de ces deux ordres se soudassent avec celles qui sont de même na[illegible] qu'elles. Le principal but de Schwann, dans l'expérience précitée, était de rech[illegible] cher s'il n'y aurait pas coalition entre des fibres de nature différente, et si, [illegible] conséquent, on ne parviendrait pas à exciter des convulsions en irritant les ra[illegible] postérieures ou sensitives des nerfs qui avaient été soumis à l'opération. C'est [illegible] quoi, après que les deux bouts du nerf sciatique se furent soudés chez la gren[illegible] qui servit à son expérience, il mit la moelle épinière à découvert, et coup[illegible] racines postérieures des deux côtés ; mais aucun mouvement n'eut lieu dans [illegible] cuisses, tandis que la section des racines antérieures détermina de fortes con[illegible] sions. Mais ce résultat négatif ne prouve pas que les nerfs du mouvement et [illegible] du sentiment ne se soudent point ensemble, car on peut l'expliquer en adme[illegible] que les nerfs sensitifs ne possèdent peut-être pas la faculté de conduire une [illegible] tation du centre à la périphérie (3).

(1) *De nervorum regeneratione Diss.* Berlin, 1838.

(2) *Comp.* Bischoff, dans Mueller's *Archiv*, 1839, cah. IV, p. 151.

(3) *Comp.* Steinrueck, *loc. cit.*, p. 59. — Bidder, dans Mueller's *Archiv*, 1842, p. [illegible] Gruithuisen a fait d'intéressantes observations sur lui-même, après une large plaie [illegible] qui pénétrait jusqu'à l'os, à la partie postérieure de la seconde phalange du pouce, et qui [illegible] divisé le nerf dorso-radial de ce doigt. Le côté gauche du dessus du pouce était privé de [illegible] sensibilité jusqu'au dessous de l'ongle. A l'époque de l'inflammation, cette portion de pe[illegible] vint douloureuse, il s'y manifesta une douleur continue, lancinante et brûlante (qui, sans [illegible] dépendait de l'inflammation du bout supérieur du nerf, et n'était rapportée à la peau, [illegible] d'insensibilité, que par un phénomène analogue à celui qu'on observe après les amputati[illegible] douleurs disparurent au bout de huit jours, à la guérison de la plaie, et l'état d'insensi[illegible] reparut. Plus tard, un peu de sentiment se manifesta, mais extrêmement vague. Il y avait [illegible] étendue de deux pouces de long, sur neuf lignes de large, dans laquelle Gruithuisen, en [illegible] mant les yeux, ne pouvait déterminer au juste où on le touchait : il commettait des erre[illegible] trois à cinq lignes. Lorsqu'il frappait sur la cicatrice, il éprouvait des picotements au-des[illegible] de l'ongle. Au bout de huit mois, le sentiment n'était pas redevenu plus net.

rd à la reproduction du cerveau et de la moelle épinière, il n'existe aucun
ouve que la destruction d'une partie de la masse de ces organes soit ja-
rée complétement par une formation de nouvelle matière nerveuse. Arne-
ien vu, chez des chiens auxquels il avait enlevé vingt-six à cinquante-
ins de cerveau, qu'au bout de sept semaines la plaie était remplie d'une
gélatiniforme et jaunâtre, qui se dissolvait dans l'eau avec plus de facilité
du cerveau; mais il reste à savoir si c'était là réellement de la matière
La destruction des couches superficielles du cerveau n'entraîne souvent
onséquence fâcheuse, quand elle n'est point accompagnée de compres-
irritation. Quant aux lésions de la moelle épinière, on sait que malheu-
t elles sont incurables. D'après Flourens, les plaies du cerveau avec perte
ice se ferment aisément; mais il n'y a pas reproduction proprement dite
stance cérébrale, comme l'admettait Arnemann; les parties blessées com-
bien par se tuméfier, mais ensuite elles s'affaissent, et se couvrent d'une
ine et lisse; les plaies qui ne consistent qu'en une simple division se ci-
par la réunion immédiate des points divisés; dans ce dernier cas, à me-
la réunion s'opère, l'animal recouvre les fonctions qu'il avait perdues; il
id aussi dans le premier cas, pourvu que la perte de substance n'ait pas
ertaines limites (1).

jénération dans l'inflammation suppurative.

nmation suppurative se développe toujours lorsqu'une plaie ne peut
ndant la période d'exsudation. Dans ce cas, il ne s'exhale pas de matière
(fibrine dissoute), et celle qui produit le pus n'est point susceptible de
r. Home supposait que le pus se métamorphose en bourgeons charnus;
e hypothèse prouve qu'il s'était fait une idée complétement fausse du
la nature. Ce sont, au contraire, les bourgeons charnus qui expulsent
les corpuscules qu'on trouve dans le pus, auquel ils communiquent
ance et sa couleur. Les corpuscules sont, pour la plupart, plus gros que
es du sang; ils ont un noyau, et ressemblent jusqu'à un certain point
les d'épithélium. Quant aux bourgeons charnus eux-mêmes, ils sont
de cellules, dont les plus superficielles périssent successivement, et
it ainsi la sécrétion purulente (2).

guérison des plaies par première intention, pendant la période d'exsu-
s bords s'unissent ensemble au moyen de la matière organisable tenue en
n dans le sang. Dans celle des plaies qui suppurent, il ne se produit pas
ux vaisseaux au milieu d'une matière préalablement exhalée de la sur-
; les bords et le fond suppurants sont soulevés par l'accroissement des
ganisées; car de nouvelles cellules se forment entre celles qui existent
même temps que les plus extérieures se détachent continuellement. Or,
soulèvement part uniformément de tous les points, des bords comme
la circonférence et le fond de la plaie vont sans cesse en se rétrécissant,

. *expérim. sur le syst. nerveux*, 2ᵉ édit. Paris, 1842, p. 109, 110.

rebock, *De pure et granulatione*. Berlin, 1837. — Wood, *De puris natura et for-*
erlin, 1837. — Vogel, *Ueber Eiter und Eiterung*. Erlangue, 1838. — Henle, dans
d'Hufeland, t. LXXXVI. — Lehmann et Messerschmidt, dans *Med. Vierteljahrss-*
1, p. 220. — Sédillot, *De l'infection purulente, ou l'pyémie*. Paris, 1849.

et finissent par se réduire à un point, ou même à rien, ce qui entraîne la cessation spontanée de la suppuration. C'est seulement lorsque le fond croît plus que les bords qu'on le voit dépasser le niveau de ceux-ci : alors la plaie suppurante ne peut pas se réduire, et l'on est obligé de recourir à la cautérisation, pour ramener à de justes proportions la crue des bords et celle du fond. Dans le cas opposé, quand l'accroissement du fond reste au-dessous de celui des bords, la plaie devient sinueuse, et il faut exciser les bords. Lorsque la suppuration est tout à fait superficielle, elle cesse en même temps que l'inflammation, sans qu'il y ait nécessité d'une réduction.

Les recherches de Gueterbock nous ont appris quelles sont les substances dissoutes dans le pus. Ce liquide contient de l'albumine et une matière particulière, que l'auteur nomme *pyine*. La pyine appartient, avec la caséine et la chondrine, à la catégorie des substances dont un minimum d'acide acétique détermine la précipitation ; mais elle diffère beaucoup de l'une et de l'autre. L'acide acétique la précipite, et un excès de cet acide ne la redissout pas, tandis qu'il redissout la chondrine. L'alun la précipite également, sans la redissoudre, quand on en ajoute un excès, caractère qui appartient aussi à la caséine, tandis que la chondrine le redissout. L'acide chlorhydrique la précipite, et un excès du réactif la redi[illegible] la dissolution acide n'est point précipitée par le cyanure ferrico-potassique. La pyine est soluble dans l'eau ; l'alcool produit, dans la liqueur, un précipité, que l'eau redissout. On trouve aussi cette substance dans le mucus ; mais le m[illegible] ne contient pas d'osmazome et d'albumine, comme en contient le pus. Le pus et la matière tuberculeuse diffèrent beaucoup l'un de l'autre.

Le travail par lequel s'accomplit la nécrose des os offre un grand intérêt [illegible] physiologiste.

Un os est frappé de nécrose, c'est-à-dire de mort, soit parce que l'ostéite a [illegible] une mauvaise terminaison (dans le cas de dyscrasie), soit parce que la destru[illegible] du périoste ou du tissu médullaire a entraîné celle de ses vaisseaux. Quand le pé[illegible]rioste, dont les vaisseaux ont d'intimes connexions avec ceux de l'os, est dé[illegible] dans une étendue considérable, la couche extérieure (et non l'épaisseur en[illegible] de ce dernier meurt, à cause de l'état d'inaction dans lequel ses vaisseaux pr[illegible] sont mis par cette destruction. Lorsque le tissu médullaire vient à être détruit [illegible] l'inflammation ou par l'action d'un instrument qu'on plonge dans un os cy[illegible]drique, après l'avoir scié, les couches internes (et non l'épaisseur entière) de [illegible] périssent, parce que leurs vaisseaux tiennent intimement à ceux du tissu m[illegible]laire. Or, un travail fort remarquable s'établit, en cas de nécrose interne, [illegible] les parties externes encore vivantes de l'os, et, en cas de nécrose externe, [illegible] celles de ses parties internes qui continuent de vivre. Ces portions devienn[illegible] siége d'une inflammation pendant laquelle a lieu, comme dans les fractures, [illegible] exsudation qui, comme aussi dans ces dernières, s'organise et s'ossifie plus [illegible] Quand on a lésé l'os extérieurement, et provoqué ainsi une nécrose externe, [illegible] sudation se fait à la face interne de la cavité médullaire, qui par là se trouve [illegible]nuée ; ce cal interne compense la perte d'épaisseur que l'os a faite par la m[illegible] sa couche externe. Détruit-on, au contraire, la moelle d'un os long, apr[illegible] avoir pratiqué la section avec une scie, l'exsudation s'établit à la face extern[illegible] couches extérieures qui jouissent encore de la vie. Le meilleur moyen de pr[illegible]

s exsudations est d'enfoncer une baguette de fer rouge dans les os creux imal, ou de les bourrer avec de l'étoupe (1).

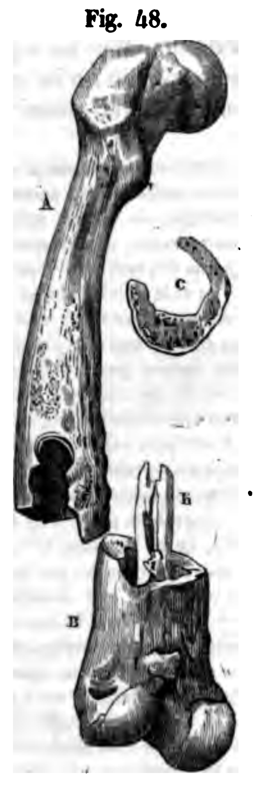


Fig. 48.

onflement persiste pendant toute la durée de ; il n'est bien manifeste que quand l'os se ra- u côté de la pièce nécrosée, où un grand nombre eaux se développent en lui. Cet accroissement de ammé et ramolli prend la plus grande part, chez mifères, à la régénération de la portion né- A l'endroit où la couche encore vivante, externe ne, touche la couche morte, interne ou externe, uche enflammée est molle, rouge, couverte de ns charnus ; dans le cas de nécrose interne, elle dedans en dehors, ce qui fait qu'autour du sé- il se développe, non pas un tube nouveau, mais orcement de la couche extérieure, ou que, s'il une nécrose externe, la couche sous-jacente aug- l'épaisseur tant du côté extérieur que du côté de é médullaire. Tant que ce gonflement dure, la de l'os enflammé et ramolli continue de secréter soit en dedans, soit en dehors, c'est-à-dire soit is, soit au-dessous du séquestre.

d l'os a été frappé de mort dans toute son épais- ne peut se régénérer ; mais la régénération a inairement lorsque la couche externe ou interne péri. Seulement alors ce n'est pas un nouvel os roduit : le séquestre, dans le cas de nécrose in- st la couche interne de l'os, et le nouveau tube qui e autour de lui n'est que la couche externe de ce s, épaissie et tuméfiée.

beaucoup discuté pour savoir si la reproduction de la nouvelle masse qui enferme le séquestre, dans la nécrose interne, dépend du gonflement hes extérieures de l'os, ou si elle a le périoste pour point de départ. Weid- lmettait les deux opinions. Troja, guidé par ses expériences, s'est pro- n faveur de la première, dont Scarpa a depuis reconnu l'exactitude. D'un té, la reproduction de l'os, par le périoste, a été soutenue par Meding, et encore par Syme (2). Le périoste ne joue un rôle ici qu'autant que ses x sanguins contribuent, de concert avec ceux de la portion d'os encore , à fournir les matériaux qui doivent servir à la formation du nouvel os (3).

figure 48 est une nécrose de la partie inférieure du fémur. Cet os est représenté coupé ortions : A, est le fragment supérieur ; on voit à sa partie inférieure un grand trou fait couronnes de trépan ; B, est le fragment inférieur : on constate que le sequestre est u côté des condyles. C, est une tranche de l'os qui montre la texture aréolaire de l'os (Bourgery).

ans. of the royal Soc. of Edinburgh, 1837.

Ch. Robin a communiqué à la *Société de Biologie*, une note *sur l'Existence de deux ouvelles d'éléments anatomiques qui se trouvent dans le canal médullaire des os :* 1° Il s tous les os courts, plats ou longs, outre les cellules adipeuses, les vaisseaux et de la

On peut démontrer, par des expériences, que la plus grande partie de la nouvelle masse osseuse résulte uniquement (dans la nécrose interne) de l'accroissement des couches externes, qui continue pendant toute la durée de la suppuration. D'ailleurs, Miescher a prouvé que l'hypothèse, émise par Scarpa, d'une expansion de l'ancien os, n'est pas parfaitement exacte, attendu que le gonflement de la couche externe encore vivante s'opère par exsudation (1).

matière amorphe finement granuleuse, une espèce particulière de cellules, qu'on peut appeler *cellules médullaires*, parce qu'elles sont propres au tissu médullaire des os. Ces cellules sont sphériques ou un peu polyédriques; elles ont un diamètre de 0mm,015 à 0mm,018: elles sont transparentes, à bords nets; elles renferment toutes un noyau sphérique, régulier, transparent, à bords très nets, en général assez foncés. Il a un diamètre de 0mm,006 à 0mm,007. Entre le noyau et la cellule existent des granulations moléculaires dont la quantité varie, mais qui sont constantes et sont plus abondantes autour du noyau que dans le reste de l'étendue de la cellule. Ces cellules sont plus abondantes chez les jeunes sujets que chez les adultes; chez les premiers, elles forment presque à elles seules avec les vaisseaux la moelle des os, qui, jusqu'à la fin de la grossesse, ne renferme que fort peu de cellules adipeuses. 2° On trouve dans les os longs et aussi dans les os courts, mais en quantité moindre, une autre espèce d'éléments anatomiques, qui sont plus importants à connaître que les précédents, parce qu'ils constituent quelquefois à eux seuls certaines tumeurs des os. Quelques tumeurs des os, considérées par les pathologistes comme du cancer, renferment non des cellules cancéreuses, mais un élément spécial, caractérisé par de grandes plaques ou lamelles aplaties, tantôt polygonales, tantôt irrégulièrement sphériques, ayant au moins 0mm,050 à 0mm,080 de diamètre. Ces plaques sont finement granuleuses et sont remarquables par les noyaux, au nombre de six à dix, qui sont contenus dans l'épaisseur des plaques et leur donnent un cachet tout spécial. Ces noyaux ont 0mm009 de longueur à 0mm,005 de large; ils sont ovoïdes et contiennent un ou deux nucléoles, accompagnés de petites granulations moléculaires. M. Robin a eu l'occasion de voir plusieurs tumeurs de ce genre, dont une avait déterminé un spina-ventosa du tibia, en avait distendu et aminci considérablement la substance osseuse, et avait fini par faire issue au dehors.

Les faits que M. Robin veut ajouter aux précédents, c'est que ces éléments sont des éléments nouveaux du tissu médullaire des os, qu'on y rencontre sans qu'il y ait affection de ces organes. On les trouve surtout à la surface de la moelle, entre elle et la face interne du canal. Ils sont beaucoup moins nombreux que les cellules précédemment décrites et que les cellules adipeuses. Ils sont aussi plus abondants dans les os des jeunes sujets que chez ceux des adultes et des vieillards. On les trouve, de même que les autres, dans les os de tous les mammifères domestiques. C'est donc par formation locale, en grande abondance, de ces plaques ou lamelles, que sont formées les tumeurs de la nature de celles où cet élément a été observé d'abord avant d'être étudié à l'état normal. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1849, p. 149.) É. L.

(1) La description que j'ai donnée de la reproduction des os a été faite en partie d'après l'examen des pièces préparées par Weber, et dont Bannerth a donné la description, en partie d'après les observations de Miescher. Les expériences que j'ai faites avec Pockels sur plusieurs animaux, relativement à la régénération après une nécrose interne, ont donné les mêmes résultats. — *Voy.* Troja. — Kœhler, *Exp. circa regenerat. ossium*. Gœttingue, 1786. — Kortum, *Diss. exp. circa regenerat. oss.* Berlin, 1824. — Meding, *Diss. de regenerat. oss.* Leipzick, 1823. — Scarpa, *De anat. et pathol. ossium comment.* Pavie, 1827. — Bannerth, *Naturæ conamina in ossibus læsis sanandis indagatio.* Bonn, 1831. — L'ouvrage où l'on trouve la plus riche indication de travaux sur la régénération des diverses parties du corps est celui de Pauli, *De vulnerib. sanandis comment.* Gœttingue, 1825. — *Voy.* aussi, pour les expériences récentes, Textor, une note à la p. 331.

SECTION III.

DE LA SÉCRÉTION.

CHAPITRE PREMIER.

Des sécrétions en général.

que le sang traverse les réseaux capillaires, pour passer des dernières lans les premières veinules, une partie des substances qu'il tient disètre, par imbibition, dans le tissu des organes. L'action que ceux-ci ır ces substances leur fait subir un changement chimique : certains maıt attirés, et d'autres sont abandonnés au sang par les molécules orga-s-mêmes. On peut désigner sous le nom général de métamorphose les ıts qu'éprouvent les parties du sang qui quittent le torrent de la circu-

tance peut subir ainsi trois genres de métamorphose :
ssusception, *nutrition*, c'est-à-dire conversion de principes constituants ı matière organique de divers organes. Nous en avons traité dans la preion.
ɔsition ; conversion de principes constituants du sang, à la surface d'un ı matière solide non organisée, ce qui détermine l'accroissement des ı organisées. Nous nous en sommes occupés précédemment aussi.
étion ; conversion de principes constituants du sang, à la surface d'un ı une matière liquide qui doit être éliminée du corps. C'est celle-ci que s examiner.
ières qui peuvent être éliminées du corps par l'effet de ce conflit chimile sang et un appareil sécrétoire, sont :
matériaux qui existaient déjà dans le sang, et qui ne font qu'en être omme l'urée par les reins, l'acide lactique et les lactates par les reins et)n donne à ces produits le nom collectif d'*excrétions*. Les excrétions :ontre le plus généralement dans le règne animal, l'urine et la sueur, ; chez l'homme ; cependant il n'est pas constant que les matières excrés réagissent toutes à la manière des acides, comme le suppose Berzelius ; de quelques herbivores est alcaline, et les excrétions propres à certains ; sont aussi quelquefois, ainsi que je l'ai constaté dans la sécrétion âcre ;t la peau des crapauds.
substances qui ne peuvent pas être extraites immédiatement du sang, lles n'y existent pas, et qui sont le produit d'une élaboration chimique pes immédiats de ce liquide, comme la bile, le sperme, le lait, le muen un mot les *sécrétions* proprement dites.

Parmi les sécrétions de cette dernière espèce, il en est qui sont de simples excrétions, qui n'ont plus aucun office à remplir dans l'économie, et qui servent tout au plus, soit à nuire à d'autres animaux, soit à défendre ceux qui les produisent, parfois aussi à attirer ou repousser d'autres animaux par les odeurs particulières qu'elles exhalent, et à jouer ainsi un rôle quelconque dans le plan de l'économie animale de la nature. Des excrétions de ce genre sont fournies, dans le règne animal, par presque toutes les parties de la surface du corps : telles sont les sécrétions âcres d'un grand nombre de coléoptères, des guêpes, des abeilles et des scorpions; la matière dont les araignées, certains insectes et quelques mollusques bivalves fabriquent des tissus; l'encre des céphalopodes, la matière à odeur de musc que sécrète la glande sous-maxillaire des crocodiles; les sécrétions des larmiers des ruminants, des glandes faciales des chéiroptères, des glandes temporales de l'éléphant, des glandes qui s'ouvrent par de nombreux pertuis à l'hypochondre des musaraignes; des glandes dorsales du tajassou, de celles du croupion des oiseaux; des glandes musquées de la queue du *Sorex moschatus;* des glandes anales de la loutre, de la taupe, du castor, de l'hyène, de la civette, etc.; des glandes préputiales du hamster, des rats et des castors; des follicules inguinaux du lièvre; des bourses à musc qu'on trouve sous la peau du bas-ventre chez le porte-musc, où elles s'ouvrent au-devant du prépuce; des glandes crurales de plusieurs sauriens, de la glande à venin des ornithorhynques, des glandes situées entre les onglons chez plusieurs ruminants (1).

Ces diverses sécrétions peuvent produire des effets hors de l'animal qui les fournit; mais elles peuvent aussi avoir de l'importance pour lui-même, en ce sens que leur formation doit s'accomplir aux dépens de certains matériaux immédiats du sang, à la composition duquel, par conséquent, l'élimination continuelle des éléments nécessaires pour leur donner naissance fait éprouver des changements chimiques. La suppression de quelques unes d'entre ces sécrétions serait peut-être aussi préjudiciable que celle de certaines excrétions morbides, qu'on peut considérer comme des espèces d'appareils servant à entretenir la composition normale du sang. Lorsqu'une combinaison organique se convertit en une autre hors du corps, certains éléments qui sont superflus pour donner naissance à cette dernière s'échappent du corps; c'est ainsi, par exemple, qu'il doit y avoir un dégagement d'acide carbonique dans la conversion du sucre en alcool : on peut considérer du même point de vue non seulement l'excrétion de la sueur et de l'urine, mais encore les matières excrémentitielles particulières à certains animaux. La formation et l'excrétion de l'urée sont la même chose, relativement à la production d'un composé organique plus noble, que le dégagement d'acide carbonique, eu égard à la transformation du sucre en alcool.

Si l'on applique ces considérations aux sécrétions morbides, on est obligé de distinguer deux espèces de ces dernières. Dans les unes, un produit sécrétoire morbide est actuellement nécessaire au maintien de la composition normale du sang; il n'y a pas moyen de le supprimer sans danger tant que la formation du sang en général n'a pas subi un changement favorable. Les autres ne dépendent que de conditions purement locales, et ne se trouvent pas dans le même cas. Ainsi, à

(1) *Voy.* J. MUELLER, *De glandularum secernentium structura penitiori.* Leipzick, 1830.

: d'une amputation qui a été nécessitée par une suppuration trop abondante, s sans caractère dyscrasique, la chirurgie agirait en sens contraire des prins d'une saine physiologie en cherchant à établir des sécrétions supplétives et utant la guérison par première intention.

armi les sécrétions de la seconde espèce, il en est qui, comme le lait, la bile, le me et le mucus, remplissent encore d'autres usages dans l'économie animale.

es véritables sécrétions sont fréquemment de nature alcaline; mais aucune ne t d'une manière constante, et il suffit de causes légères pour les faire passer du ctère alcalin au caractère acide, et *vice versa*, comme il arrive à la salive et au pancréatique (1).

La formation des sécrétions spéciales, qui n'existent pas déjà dans le sang, suppe un appareil chimique doué d'une action particulière, que ce soit une memne ou une glande. Elle cesse pour toujours après la destruction de cet appareil, mme la secrétion du sperme après l'ablation des testicules, celle du lait après tirpation des glandes mammaires, celle de la bile après la ligature du foie entier ez la grenouille). Haller s'est donc trompé quand il a prétendu que presque tous produits sécrétoires pouvaient être fournis d'une manière morbide par tout ne quelconque de sécrétion (2). Au contraire, ceux de ces produits qui existent s le sang lui-même, comme l'urée, peuvent être éliminés dans toutes les rés du corps après la destruction de leur émonctoire naturel. Les faits qui se portent ici seront analysés plus loin, lorsque nous traiterons du changement des rétions.

Les appareils chimiques des secrétions animales sont ou des cellules, comme les les adipeuses, ou des membranes, comme celles qui portent l'épithète de sées, ou enfin des organes d'une structure particulière ou complexe, qu'on ape glandes.

1° *Cellules sécrétoires.* Ici se rangent les cellules de l'ovaire (vésicules de uf), qui sont pleines d'un liquide albumineux dans lequel se forme l'ovule. On t également y rapporter les cellules du testicule de certains poissons, tels que guille, la lamproie et quelques autres, chez lesquels le testicule n'a point de duits séminifères, ni de canal excréteur, comme Rathke l'a observé le premier, orte que le sperme tombe, par déhiscence des cellules, dans la cavité abdomie, où il arrive à la faveur d'une simple ouverture. C'est dans le tissu adipeux la sécrétion par des cellules a le plus d'étendue.

La graisse n'est qu'un dépôt dans les cellules adipeuses. Elle s'amasse ainsi dans nnicule sous-cutané, dans l'épiploon, autour des reins, dans la moelle des os, r beaucoup d'autres points. Les cellules adipeuses sont rondes chez l'homme, yédriques chez la brebis et les animaux dont la graisse a les caractères du suif. diverses graisses animales diffèrent surtout les unes des autres par la température à laquelle elles restent liquides, celle qu'elles exigent pour entrer en fusion, et proportions d'élaïne et de stéarine qu'elles contiennent. La graisse des animaux g froid demeure liquide à la température ordinaire. La composition de la

(1) Schultze a donné, dans son *Anatomie comparée*, un tableau complet des réactions acides alcalines des liquides animaux.

(2) *Elem. physiol.*, t. II, p. 369.

graisse a déjà été indiquée précédemment. Cette graisse libre est exempte d'azote tandis que d'autres, comme celles qu'on trouve combinées dans le sang et le cerveau, contiennent de l'azote et du phosphore. Au reste, la stéarine et l'élaïne sont solubles dans l'alcool chaud et l'éther, et l'élaïne reste dissoute dans le premier de ces deux liquides lorsqu'il se refroidit. La graisse sert, d'un côté, à arrondir les formes ; de l'autre, à garantir les parties internes, en sa qualité de corps mauvais conducteur de la chaleur. Mais on peut aussi la regarder comme un dépôt de matière nutritive, qui, en se combinant avec d'autres substances animales, ou se saponifiant dans les cas d'inanition et d'amaigrissement, devient susceptible de se dissoudre avec une grande facilité, et de rentrer dans la masse du sang, où elle sert à des combinaisons organiques.

Les conditions pour que la graisse se dépose en grande quantité sont la surabondance des aliments non azotés, comme l'amidon, etc., et le défaut de mouvement. Ainsi on engraisse les oies, les bêtes à cornes, les cochons en les nourrissant de farineux et les condamnant au repos. Suivant Liebig, les aliments non azotés qui ne contiennent pas de graisse, comme l'amidon et autres, se convertissent en cette substance dans le travail de la nutrition. Dumas, au contraire, la fait provenir de la graisse déjà contenue dans les végétaux, sans admettre cette sorte de transformation.

Le mouvement détermine un renouvellement plus rapide des matériaux, suscité par l'oxygène que la respiration fait pénétrer dans le sang, et qui, se combinant avec la graisse, lui enlève du carbone, qui repasse dans l'atmosphère à l'état d'acide carbonique. La même chose arrive sous l'influence de la faim et pendant le sommeil d'hiver. Chez l'animal tourmenté par la faim, la graisse est la première chose que décompose l'action incessamment dévorante de l'oxygène. Les animaux hivernants finissent par perdre toute leur graisse, dont l'oxygène les dépouille peu à peu, la respiration persistant chez eux, bien qu'à un faible degré.

2° *Membranes sécrétoires.* A cette catégorie appartiennent surtout les membranes séreuses, les membranes muqueuses et la peau.

a. Membranes séreuses.

Elles sont composées de fibres semblables à celles du tissu cellulaire, unies de la même manière en faisceaux, et entrelacées les unes avec les autres. On en distingue trois sortes : les *bourses synoviales*, tant les sous-cutanées que celles qui enveloppent de toutes parts, ou d'un côté seulement, les tendons ; les *membranes synoviales des articulations*, dont le produit, appelé *synovie*, est un liquide albumineux et alcalin, que la chaleur coagule ; enfin les *membranes séreuses des viscères*, sacs clos de toutes parts, qui s'appliquent en double sur les viscères, de manière à laisser leurs deux surfaces libres de glisser l'une sur l'autre.

Les capsules et les membranes synoviales des articulations et les membranes séreuses des viscères ont, d'après Henle, leur surface libre et lisse revêtue d'une couche de cellules épithéliales disposées en manière de pavés, dont les bourses synoviales des tendons sont dépourvues. Les cellules épithéliales de quelques membranes séreuses sont parsemées de cils, qui, par leurs mouvements, entretiennent un courant continuel de liquide le long des parois de la membrane : tels sont le péricarde des grenouilles, et une partie de leurs parois abdominales, la trompe et l'ovaire (Mayer). Le péritoine a la même structure chez les poi

s tombent dans la cavité ventrale, d'où ils sortent par des ouvertures
, comme chez les saumons (Vogt).
ıranes séreuses forment, avons-nous dit, des sacs clos de toutes parts.
ıe souffre que peu d'exceptions, parmi lesquelles il faut ranger l'ou-
ɔminale des trompes de Fallope, chez la femme et tous les autres
tébrés (sauf toutefois les poissons), et les ouvertures qui, chez les
ıales, les saumons, les anguilles, les lamproies, mènent du dehors
é du bas-ventre. Le péricarde lui-même communique avec la cavité
:hez les esturgeons, les squales et les raies, et cette communication
: que partout ailleurs chez l'*Ammocœtes* et les myxinoïdes (1).
re souvent que les cavités séreuses sont pleines de gaz pendant la vie,
souci de savoir quel pourrait être ce gaz. C'est une idée complète-
Les sacs séreux sont tellement remplis par leurs viscères, pendant la
reste pas de vide dans l'intérieur, où les surfaces ne sécrètent que la
liquide nécessaire pour faciliter leur glissement l'une sur l'autre, et
ı'elles ne contractent adhérence ensemble. Ainsi les viscères abdomi-
ɔumis à une pression constante de la part des muscles du bas-ventre ;
u canal intestinal est le seul point où l'espace de la cavité abdominale
ques changements vers le haut et vers le bas. Pendant la vie, il
le moindre vide entre la plèvre costale et la plèvre pulmonaire, car
les poumons suivent constamment les mouvements du thorax, condi-
uelle la respiration ne serait pas possible. On n'a pas besoin non plus
ıucune substance gazeuse ni aucun liquide entre le péricarde et le
ujours il y a une partie de ce dernier organe qui se trouve distendue
tandis que l'autre est resserrée sur elle-même : l'accumulation du
la portion dilatée, que ce soit l'oreillette ou le ventricule, remplit
ue instant la cavité du péricarde, et, quand bien même la systole
du cœur pourrait faire naître un vide dans ce sac, les poumons
t à le remplir, en vertu de la pression que l'atmosphère exerce sur la
ne des bronches. Les recherches de Magendie ont appris qu'il existe,
lle épinière et l'arachnoïde, une certaine quantité de liquide, qui
ıe dans les ventricules du cerveau ; mais ce liquide est situé en dehors
rachnoïde, entre elle et la pie-mère.
éreux sont unis les uns aux autres par des relations sympathiques ; ils
ıuent aisément leurs inflammations. Une maladie qui leur appartient
un épanchement de sérosité dans leur intérieur, phénomène auquel
ent lieu les maladies organiques des viscères qu'ils enveloppent. Il a
cédemment de leurs vaisseaux sanguins.
mes muqueuses.
ıve à toutes les surfaces par lesquelles des parties intérieures commu-

n générale est que les sacs à air des oiseaux descendent jusque dans le bas-ventre,
res abdominaux sont tous enveloppés par eux ; c'est une erreur. D'après mes ob-
les poules, les deux moitiés du foie et la plus grande partie du canal intestinal sont
sacs aériens, qui descendent de chaque côté dans les compartiments spéciaux de
i ne communiquent point avec ces sacs, et dans lesquels l'air ne s'introduit pas
e ceux-ci par la trachée-artère.

niquent librement avec le monde extérieur, à toutes celles par lesquelles s'introduisent des substances du dehors, ou s'échappent des substances du dedans. Elles sont molles et veloutées, partout richement pourvues de vaisseaux, partout aussi couvertes d'épithélium. Leur tissu ne donne pas de colle quand on le fait bouillir avec de l'eau ; il se distingue par la facilité avec laquelle l'eau en opère la macération, par celle avec laquelle les acides le dissolvent. L'épithélium est composé tantôt de cellules plates, tantôt de cellules cylindriques. On trouve un épithélium cylindrique à l'intestin grêle, au gros intestin, aux organes génitaux du sexe masculin, aux conduits excréteurs des glandes salivaires, du foie, du pancréas et des glandes mucipares (Henle). Entre la couche épithéliale et le tissu fibreux, Henle et Reichert admettent une couche anhiste, qu'ils nomment *membrane intermédiaire.*

Sur quelques membranes muqueuses, les cellules épithéliales sont parsemées de cils, dont les mouvements produisent des courants à la surface de l'organe. De ce nombre sont : chez l'homme, la membrane pituitaire, celle des organes respiratoires, celle aussi des trompes d'Eustache, des trompes de Fallope et du corps de la matrice. Les autres membranes muqueuses n'offrent pas le phénomène du mouvement vibratile, sur lequel je reviendrai dans la suite.

Toutes les membranes muqueuses ont de grandes sympathies les unes avec les autres ; elles se communiquent avec beaucoup de facilité leurs maladies, notamment les flux muqueux et les affections catarrhales. Cette liaison sympathique fait que, par l'aspect d'une de ces membranes, on peut juger de l'état des autres, que, par exemple, l'aspect de celle de la langue indique l'état de celle de l'estomac et du canal intestinal. Voilà pourquoi la membrane muqueuse de la trompe d'Eustache, celle de la caisse du tympan, celle aussi de l'œil et des paupières, souffrent dans les catarrhes intenses.

Les maladies spéciales de ces membranes sont les blennorrhées et les affections catarrhales, qui diffèrent des flux muqueux en ce qu'elles sont aiguës, c'est-à-dire caractérisées par des alternatives promptes d'augment et de déclin, et en ce qu'elles ont deux périodes, l'une de congestion, l'autre de flux. Pendant la seconde période, les cellules épithéliales tombent et se reproduisent (Henle).

La sécrétion du mucus s'accomplit tant sur les membranes muqueuses privées des follicules mucipares, comme celles de l'antre d'Highmore, des sinus frontaux, des sinus sphénoïdaux et de la caisse du tympan, que sur celles qui en sont pourvues. Celles-ci ne peuvent donc pas être considérées comme l'unique source de cette sécrétion.

Le mucus n'est formé que par les membranes muqueuses. On ne le rencontre dans aucune autre partie animale. Il a pour destination de garantir toutes les parties internes qui entrent en conflit d'une manière quelconque avec le monde extérieur. L'eau le fait gonfler, mais ne le dissout point ; il ne se coagule point à la chaleur. L'alcool le précipite quand il a été délayé dans l'eau ; mais il suffit de le bien laver pour qu'il recouvre la propriété de se mêler à l'eau. Gmelin assure que le mucus intestinal est coagulé par les acides, même par l'acide acétique. L'acide en fort peu de chose, et ne le dissout point, même à la faveur de l'ébullition. On trouve dans le mucus la pyine, matière animale soluble dans l'eau, qui, d'après Gueterbock, lui est commune avec le pus. La dissolution aqueuse de cette

ée par l'alcool, et l'eau redissout le précipité. L'acide chlorhydrique le ıais il le redissout ensuite si l'on en ajoute un excès. La dissolution acide récipitée par le cya- o-potassique. L'a- ıe et l'alun précipi- , qui ne se redissout ı excès de réactifs. stomacal contient pepsine.

Fig. 49.

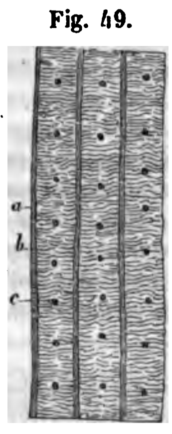
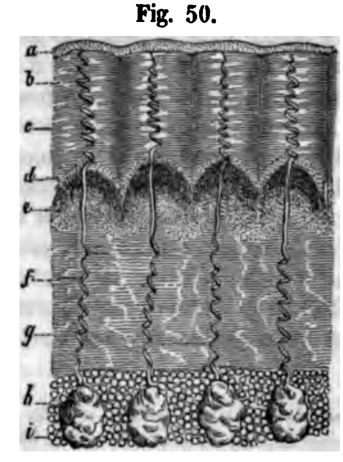


Fig. 50.



(1) a pour base des fibres donnant de ıt les filaments pri- mblent pour l'as- bres du tissu cel- la surface libre se ie renouvelle sans rme, qui est formé ornées placées les unes à côté des autres en manière de pavés. La base cette membrane renferme divers organes plastiques particuliers, dans le quels il s'en trouve qui servent à des sécrétions. La formation des poils dans les follicules pileux. L'espèce d'enduit gras qui lubréfie la peau se s les innombrables follicules sébacés disséminés sur toute la surface de e, petits sacs rameux, à col étroit, qui sont situés dans son épaisseur. es s'abouchent pour la plupart dans les follicules pileux (2). Enfin la la sueur a lieu dans de petits utricules spéciaux répandus sur toute la orps, qui versent le produit sur l'épiderme par des pores déliés (3) : ces

re 49 représente, d'après Gurlt, une portion d'épiderme du creux de la main de par sa face libre : *a* élévation, *b* sillon, *c* pore cutané. — La figure 50 représente, ne, une lamelle perpendiculaire de la peau du creux de la main de l'homme : rne de l'épiderme, *b* et *g* conduits contournés en spirale, *c* couche moyenne de tissu muqueux de Malpighi, *e* papilles, *f* derme, *h* tissu adipeux, *i* glandes sudo-

dans Mueller's *Archiv*, 1835, p. 399.

De epidermide humana diss. Breslau, 1839. Mueller's *Archiv*, 1834, p. 280. — ı. *des sc. nat.*, 1834. — Gurlt, *loc. cit.* — Cette opinion ne paraît plus pouvoir Je dois à M. Ch. Robin la note suivante, sur ses recherches touchant les glandes cherches qui se rapportent directement à cette question. « Il existe à la surface de les glandes dites sudoripares, qui sont formées d'un follicule ou tube simple, non lé en glomérules sur lui-même au-dessous du derme. Elles disparaissent vers le et un peu en dedans du bord libre des grandes lèvres de la vulve. Les glandes e conduit de l'oreille externe et sécrètent le cérumen, ont la même structure. Dans ravail (*Note sur une espèce particulière de glandes de la peau de l'homme*, Ann. 845, t. IV, p. 380), j'ai fait voir qu'il existe, sous la peau de toute la région de ée par les poils, une couche glandulaire de 1 à 4 millimètres d'épaisseur, rougeâtre, re le derme ; elle secrète le liquide qui a l'odeur spéciale de cette région, et varie les individus : depuis lors, je l'ai trouvée plus développée chez un nègre que chez montré dans cette note que ces glandes sont du même genre que les glandes dites même structure fondamentale ; mais le volume du glomérule et le diamètre du tube

organes ont été découverts par Purkinje et Breschet. En effet, les petits pores qu'on voit sur les lignes proéminentes de la paume des mains et de la plante des pieds conduisent à des organes filiformes, qui traversent le tissu de Malpighi, pénètrent en spirale dans la peau elle-même, au fond de laquelle ils se terminent en une glande représentant une sorte d'utricule contourné. Ces canaux sont plus grêles et moins contournés dans les régions de la peau où l'épiderme est mince.

On voit que chacune des sécrétions de la peau, même celles qui parviennent au dehors sous forme de petits points, exige un appareil spécial composé de sacs ou d'utricules; et, si les observations des modernes ont confirmé les idées des anciens en ce qui concerne la sortie de la sueur par les pores cutanés, du moins ne faut-il pas s'imaginer, comme on le pensait jadis, que ce liquide coule par des tubes ouverts faisant suite aux vaisseaux sanguins; car chaque pore n'est que la terminaison d'un utricule clos de toutes parts et terminé en cul-de-sac, qui, à l'instar de toutes les autres glandes, forme sa sécrétion particulière sur sa propre surface interne.

sont de deux à trois fois plus considérables que dans celles du reste du corps. J'avais cru avoir constaté les mêmes caractères différentiels dans les glandes analogues du pli de l'aine, ... il n'en est rien. C'est bien au creux de l'aisselle seulement que se rencontre cette différence de structure, portant surtout sur le volume des glandes, sur la couleur, et aussi sur leur contenu, qui est demi-liquide, granuleux, d'un gris jaunâtre à l'aisselle et transparent ailleurs (... cérumen). Ma communication à la Société de biologie (*Comptes rendus*, 1849, p. 77) a eu pour but de compléter cette première note, et de montrer que le volume des glandes axillaires permet de constater l'existence d'un épithélium pavimenteux qui les tapisse; épithélium qu'on ne peut apercevoir dans les glandes dites *sudoripares*. J'ai fait voir qu'en s'appuyant sur l'anatomie comparée on ne peut pas admettre que ces glandes soient essentiellement sudoripares; la sueur proprement dite est le liquide que laisse évaporer la peau, comme la muqueuse pulmonaire. Voilà la grande source du liquide qui s'exhale de la surface du corps. Puis, à la peau comme dans les muqueuses, des produits spéciaux sécrétés, de perfectionnements divers, s'ajoutent à ce liquide d'évaporation. Peut-être ce liquide même est-il un liquide spécial sécrété par la peau en vertu de cette propriété de sécrétion que possèdent tous les tissus, surtout tégumentaires, propriété très manifeste dans les muqueuses qui, comme celle de la vessie, n'ont pas de glandes et pourtant sécrètent du mucus pur, sans addition de liquides spéciaux fournis par les glandes ou parenchymes à la manière de ce qui a lieu au pharynx, bouche, nez, etc. A ce liquide sécrété par la peau s'ajoutent donc : 1° Les produits des glandes en grappe simples versant la matière sébacée; 2° les produits des glandes folliculaires glomérulées de l'aisselle, des pieds, mains, oreilles et reste de la peau; ceux-ci diffèrent un peu, quoique les glandes qui les versent soient de même type, absolument comme les liquides des fosses nasales, du pharynx, de l'œsophage, du duodénum varient, bien que versés par des glandes de même type (glandes en grappe); mais, à la peau comme dans les muqueuses, il y a des différences de structure anatomique qui coïncident avec ces différences dans le produit spécial fourni par le parenchyme. A la peau, ce qu'on appelle et analyse sous le nom de *sueur*, comme dans les muqueuses ce qu'on appelle *mucus* en général, est donc un liquide complexe. Dans la sueur, il y a le liquide peu complexe que sécrète le tissu de la peau en général, plus les matières sébacées et le liquide des glandes glomérulées, variant suivant les régions, et modifiant le liquide général d'une manière spéciale suivant chaque région (oreilles, aisselles, pieds, etc.). Dans les muqueuses, il y a le liquide général qui rend l'eau muqueuse ou mucus proprement dit, que sécrète tout tissu tégumentaire interne appelé muqueuse en raison de cette sécrétion; il y a de plus des liquides spéciaux qui lui sont ajoutés, variant dans chaque région (nuls dans la vessie, les bronches, certains canaux sécréteurs comme les galactophores, les uretères, etc.). Dans l'un et l'autre cas, c'est un liquide toujours très complexe qui résulte de cet ensemble de faits; et, quand on peut prendre chaque produit à part, on voit que nul n'a les propriétés du tout, nul, pris séparément, ne peut le remplacer. » É. L.

° *Glandes.* Les organes qu'on a désignés jusqu'à présent sous ce nom sont les dépourvus les autres munis de conduits excréteurs.

.es glandes sans conduits excréteurs exercent leur influence plastique sur les ides qui abreuvent leur tissu et rentrent ensuite dans la circulation générale. es diffèrent des glandes sécrétoires ou munies d'un conduit sécréteur, en ce 'elles n'ont point de relations avec un organe situé hors d'elles. On leur a donné ssi le nom de *ganglions vasculaires*, et on les a divisées en deux sections, comnant, l'une les ganglions vasculaires sanguins, comme la rate, le thymus, les pules surrénales et la thyroïde ; l'autre, les ganglions vasculaires lymphatiques, les glandes lymphatiques. Cependant, lorsqu'on examine de près ces organes, reconnaît qu'ils n'appartiennent pas tous à une même formation. En effet, les ndes lymphatiques sont composées d'un réseau admirable de vaisseaux lymphaes, les uns afférents, les autres efférents. Or, telle est précisément la construction réseaux admirables de vaisseaux sanguins, que ceux-ci soient ou des artères ou veines. Ainsi le réseau admirable carotidien des ruminants se compose d'artées affectant la même disposition que les vaisseaux lymphatiques dans les glandes phatiques. La ressemblance est plus grande encore dans les réseaux admirables interrompent quelquefois le cours des veines (1).

es glandes dépourvues de conduits excréteurs se partagent donc en deux séries rentes d'organes.

. *Réseaux admirables des artères, des veines et des glandes lymphatiques.* x-là seuls pourraient être appelés ganglions vasculaires.

. *Glandes vasculaires* ou *glandes vasculaires sanguines*, qui ne diffèrent pas tres parties, au point de vue des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Ce : la rate, la thyroïde, les capsules surrénales, le thymus et le placenta.

ne autre classe de glandes comprend celles dont le rôle ne se borne pas à incer le liquide circulant dans leur intérieur, et qui ont en outre des rapports un appareil extérieur auquel les produits de la métamorphose, abandonnant à fait la sphère de la circulation, sont amenés par des conduits excréteurs. es les glandes de cette catégorie méritent qu'on fasse une étude complète de structure intime.

CHAPITRE II.

De la structure intime des glandes sécrétoires.

s premières recherches sur la structure intime des glandes remontent aux ux de Malpighi (2), qui nous a appris que les éléments de tous ces organes, qu'on en appelle les *acini*, ont la même texture que les follicules simples ou mérés, c'est-à-dire qu'ils se composent d'utricules arrondis, recevant leurs des vaisseaux sanguins les plus déliés, et les versant dans leurs conduits excré. Malpighi se fondait et sur la conformation analogue à celle du cœcum que

(1) Les plus remarquables de ces formations ont été indiquées précédemment, p. 183.

(2) *Exercitationes de structura viscerum*, 1665.

présentent quelques glandes simples, comme le pancréas de l'espadon ou le foie de l'écrevisse, et sur le mode de développement du foie chez l'embryon. Quoique cette théorie ait pour appui des faits bien observés, cependant Malpighi avait commis des erreurs de détail, car les éléments proprement dits des glandes composées lui étaient demeurés inconnus, et les organes qu'il a décrits sous le nom de follicules du foie, par exemple, ne sont que des amas de ces éléments qui avaient échappé à ses investigations.

Le choc que Ruysch fit éprouver, en 1696, à la doctrine de Malpighi était donc inévitable : car cet habile anatomiste n'avait pas eu de peine à démontrer, par ses belles injections, que les vaisseaux sanguins se divisent encore à l'infini dans les follicules des glandes composées. Cependant la valeur exagérée qu'il attachait aux secours de l'anatomie et aux données que les injections lui fournissaient, le conduisirent à admettre, sans raisons suffisantes, que la substance glandulaire proprement dite est uniquement composée de vaisseaux sanguins, et que les dernières ramifications de ces vaisseaux se continuent d'une manière immédiate avec les origines des conduits excréteurs.

Haller, en se prononçant pour la doctrine de Ruysch, lui conquit une grande prépondérance. Le premier, il assit sur des bases solides l'ancienne théorie, suivant laquelle les artères se terminent par des bouches béantes, soit dans un conduit excréteur, soit dans le tissu cellulaire, dans des cavités, à la peau ou dans des vaisseaux lymphatiques (1). Mais tous ces modes de terminaison n'existent pas réellement ; car, ainsi que l'ont appris, d'un côté, les recherches faites sur la circulation dans une foule de parties transparentes, et sur le mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires ; de l'autre, les injections soignées de toutes les parties du corps humain, il n'y a pas un seul organe, une seule membrane, où les artères se terminent autrement que par des réseaux extrêmement déliés, qui communiquent immédiatement avec ceux des veines (2). Haller et plusieurs de ses successeurs ont cité, à l'appui de l'hypothèse de Ruysch, le passage des injections du système vasculaire sanguin dans les conduits excréteurs des glandes, et les hémorrhagies qui ont lieu par les tissus chargés d'accomplir les sécrétions. Quant au premier de ces arguments, il n'est pas douteux que les injections poussées avec force par la veine porte passent quelquefois en petite quantité dans le conduit hépatique, et que celles qu'on introduit dans les artères rénales pénètrent aussi parfois dans le bassinet des reins, ou même dans les canalicules urinifères. Ce dernier phénomène a été constaté par Dœllinger (3), Berres (4) et Cayla (5), et les belles injections

(1) *Elementa physiol.*, lib. II, § 23.

(2) C'est ce que Donné (*Cours de microscopie*, p. 114) a constaté en particulier pour les follicules de la langue des grenouilles. Lorsqu'on examine la face supérieure de cet organe, on découvre, même à la loupe, des taches grisâtres, assez larges, circulaires et un peu plus opaques que les parties voisines. Ces taches, comprises dans l'épaisseur de la muqueuse, qui leur appartiennent réellement, et qui constituent des follicules muqueux, sont le siége d'une circulation très active. A l'aide d'un grossissement un peu plus fort, on aperçoit un tourbillonnement et un mouvement rapide du sang dans leur intérieur. Le sang y arrive d'un côté par une petite artère, rarement par deux, suit la direction de cette artère, qui se contourne sur elle-même, à peu près en forme de 8, et sort par un point opposé. (*Note du trad.*)

(3) *Was ist Absonderung?* Wurzbourg, 1819.

(4) *Microscopische Anatomie.* Vienne, 1836.

(5) *Obs. d'anat. microscopique sur les reins.* Paris, 1839.

ils ne permettent pas de le révoquer en doute. Mais, même dans ce cas, qui est contredit le plus propre à faire illusion, Bowman a démontré que les deux systèmes n'en sont pas moins clos l'un à l'égard de l'autre, et il a fait voir qu'un accident qui se rattache à la manière d'opérer est toujours la cause du phénomène. Le passage des injections dans les conduits excréteurs dépend donc des mêmes circonstances que l'exhalation de ces mêmes injections à la surface des membranes muqueuses, dans lesquelles, on en a la preuve certaine, il n'y a point de vaisseaux sanguins terminés par des bouches béantes, mais seulement des réseaux de capillaires. On doit en dire autant des hémorrhagies qui ont lieu par extravasation, et qui d'ailleurs sont extrêmement rares dans les glandes.

Il n'y avait pas moyen de mettre un terme à la controverse touchant la structure des glandes, en suivant la marche ordinaire, qui consistait presque toujours à pousser des injections dans les vaisseaux sanguins. On n'y pouvait parvenir qu'en injectant les conduits excréteurs eux-mêmes jusque dans leurs racines, et étudiant la structure des glandes dans tous les organes qui portent ce nom (1). Quelque variées que soient les formes et les dispositions des canalicules glandulaires, toutes les glandes chargées d'accomplir des sécrétions ont cependant cela de commun, qu'elles offrent une large surface sécrétoire dans l'intérieur des utricules, des conduits ramifiés ou contournés, et que l'intérieur de leurs canaux présente, compliquée seulement, la même disposition que celle qu'on remarque à la surface d'une membrane sécrétoire plane. La nature n'a donc eu d'autre but, dans les organes glanduleux, que de concentrer une grande surface sur un petit espace, en arrangeant d'une manière particulière la substance destinée à produire des changements chimiques dans les matières organiques, et ce but, elle y est arrivée par des moyens très diversifiés.

Dans les recherches qu'a fait entreprendre la controverse entre Malpighi et Ruysch, on ne s'est occupé, jusque dans ces derniers temps, que de chercher à connaître les racines des canaux sécréteurs, et l'on a négligé la structure élémentaire microscopique de ces conduits. Ce point important ne pouvait être étudié avec fruit que de nos jours : Dutrochet conçut, mais vaguement, l'idée que la substance des glandes, examinée au microscope, s'y montre composée uniquement de vésicules ayant une parfaite analogie avec les cellules végétales (2) ; il se fondait sur l'examen des glandes salivaires des *Hélix*, et soutenait que le cerveau, le foie, les reins et la rate des grenouilles ont la même structure. Les recherches de Purkinje (3) et de Henle (4) ont fourni des documents plus précis sur la structure intime des glandes. Ces deux observateurs reconnurent, dans l'intérieur des canalicules des glandes, une couche composée de corpuscules microscopiques à noyaux, que Pur-

(1) Les principaux travaux en ce genre sont : Ferrein, dans *Mém. de l'Acad. des sciences*, 1749. — Schumlansky, *De structura renum*. Strasbourg, 1788. — E.-H. Weber, dans Meckel's *Archiv*, 1827. — Huschke, dans *Isis*, 1828. — J. Mueller, *De glandular. struct. penit.* Leipzick, 1830. — Kiernan, dans *Philos. Trans.*, 1833. — Bowman, dans *Phil. Trans.*, 1842.

(2) *Mém. pour servir à l'hist. des végétaux et des animaux*, t. II, p. 469.

(3) *Bericht ueber die Versammlung der Naturforscher in Prag im Jahr*, 1837. Prague, p. 174.

(4) Mueller's *Archiv*, 1838.

kinje appelle *enchyme*, et que Henle rapporte aux cellules épithéliales. Dans la plupart des glandes, les canalicules ont une membrane propre, anhiste, dont la interne est garnie de cellules à noyaux imitant un épithélium, comme les vés en grappes des glandes lobées, les canalicules urinaires et les canalicules sp tiques. La substance des *acini* du foie est entièrement composée de cellules à et la substance propre des glandes sans conduits extérieurs a la même con tion (1). Purkinje compare les granules de l'enchyme aux parties élémentair végétaux, où chaque petite cellule a sa vie propre, se fabrique un contenu aux dépens de la sève générale, et détermine le dépôt de substances partic dans des réservoirs particuliers. Goodsir (2) et Bowman (3) ont récemment des observations importantes pour la connaissance de la structure microsco des canaux sécréteurs.

Examinons maintenant quelles sont les différentes sortes de glandes chargées complir des sécrétions.

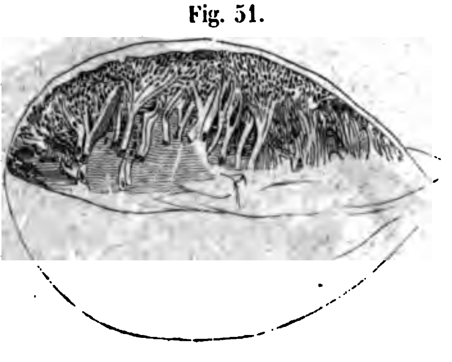
Les plus simples de toutes les glandes sont des enfoncements sacciformes, dépressions de la peau, des follicules, comme les glandes mucipares, ou de tubes terminés en cul-de-sac, comme les canaux muqueux situés sous la pea poissons. En général, on peut regarder le follicule et le tube comme les élé des principales modifications dans la structure des glandes. Mais les follicules, les plus simples en apparence, sont déjà composés dans leur intérieur ; car leur surface interne est garnie de saillies en forme de cellules, tantôt le sac a la d'une grappe, comme dans les plus petites glandes de Lieberkühn à la brane muqueuse de l'intestin, ou dans les glandes de Meibomius ; tantôt en parois des follicules contiennent elles-mêmes, dans leur épaisseur, de petits en cul-de-sac, comme il arrive aux glandes stomacales des oiseaux et autres maux (4).

Lorsque ces glandes simples deviennent plus compliquées, par accroissem surface, on peut distinguer les formes suivantes. Les petits sacs ou les tubes se rent souvent les uns contre les autres (*folliculi aggregati*), tantôt en lignes ou séries, comme dans les glandes de Meibomius, tantôt en paquets, comme da couche glanduleuse du jabot des oiseaux. Malgré cette agrégation, les ouvert des glandes demeurent distinctes. Mais la nature atteint le même but en réun les follicules, de manière qu'ils forment un seul tout, avec une ouverture com (*folliculi compositi*, *agglomerati*), comme dans les amygdales, les glandes la et buccales, les glandes prostatiques de plusieurs mammifères (5), la glande la de l'ornithorhynque, le pancréas de l'espadon et du thon. Supposons que cette c plication ait fait un pas de plus, et nous verrons les follicules du follicule en p eux-mêmes d'autres plus petits ; il se produit alors une ramification creuse, avec culs-de-sac arborescents ou celluliformes. Les follicules composés peuvent au réunir plusieurs ensemble, pour produire une masse glandulaire plus volumine

(1) *Encyclopédie anatomique*. HENLE, *Anat. générale*, Paris, 1843, t. II, p. 465.
(2) *Trans. of Soc. of Edinb.*, t. XV, p. 2.
(3) *Phil. Trans.*, 1842.
(4) BOEHM, *De gland. intest. struct. penitiori*. Berlin, 1835. — BOYD, dans *Edinb. med.* *Journ.*, 1836. — BISCHOFF, dans MUELLER's *Archiv*, 1838.
(5) MUELLER, *loc. cit.*, pl. 3.

ourvue de plusieurs conduits excréteurs, ce dont la prostate humaine fournit (1) exemple, car elle se compose d'une agrégation de glandules dont chacune représe en quelque sorte un arbrisseau nt ses branches terminées par des iscules. Une complication toujours issante de cette forme donne naissance à une glande composée. Cependant une pareille augmentation de surce ne peut produire qu'une des rmes principales des glandes composées : il y a une seconde forme incipale, qui est celle des glandes nposées à structure tubuleuse, dans quelles la ramescence n'existe pas, du moins joue un rôle très secondaire, l'agrandissement des surfaces étant obu par l'allongement et l'enroulement des canaux simples, dont le diamètre deure à peu près uniforme.

Fig. 51.



Dans la plupart des glandes à conduits ramifiés, les divisions de chaque cont demeurent indépendantes les unes des autres, et ne s'anastomosent point enble : c'est ce qui a lieu dans toutes les glandes en grappes, comme les salivaires, lacrymale et le pancréas. Dans le foie, la ramescence arborescente est accompagnée d'anastomose des conduits. Il y a entre le premier de ces deux cas et le nd le même rapport qu'entre les poumons des mammifères et ceux des oiseaux, les conduits aériens des diverses parties de l'organe pulmonaire s'anastomosent emble. L'anastomose domine dans les glandes tubuleuses sans ramescence des ux, comme les reins et les testicules.

Glandes à canaux ramescents sans anastomose.

Toutes les glandes qui appartiennent à cette catégorie sont régulièrement lo-, et leurs lobes se divisent en lobules, qui eux-mêmes se subdivisent, et ainsi uite. Dans la plupart d'entre elles, les ramifications les plus déliées des canalis aboutissent à des grains (*acini*) que l'œil nu peut encore discerner. Ces grains nt que des agrégats de très petites vésicules, perceptibles seulement au microscope, lorsqu'elles sont pleines, et qui reposent, comme autant de grappes, urées de réseaux capillaires, sur les ramifications les plus déliées des canalis secrétoires.

ns d'autres cas, les conduits représentent des tubes en cul-de-sac, rangés me les feuilles des mousses, autour des branches du canal excréteur, dans la longueur de ce dernier. Le foie des écrevisses et la glande lacrymale des es offrent cette disposition, de laquelle résultent aussi des lobes.

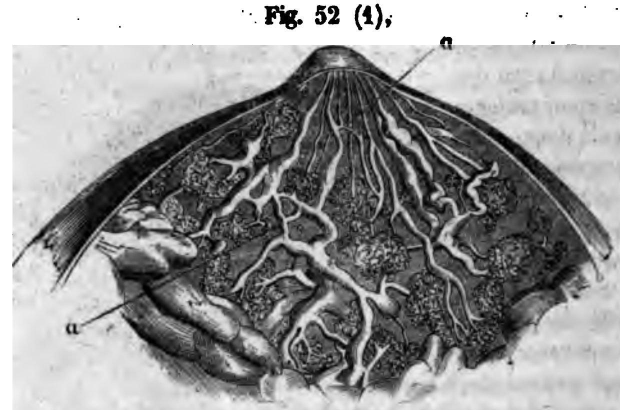
fin les petits tubes sont terminaux seulement; ils constituent des lobules de canaux, ntés sur les branches des conduits excréteurs, et ils se terminent en cul-de-sac, renflement : c'est ce qu'on voit dans les glandes de Cowper du hérisson (2).

La figure 51 représente, d'après Müller, la prostate humaine disséquée, pour montrer les troncs des conduits efférents et la contexture cellulaire.

Mueller, *loc. cit.*, tab. 3, fig. 8 et 9.

Parmi les glandes à grappes, on distingue les suivantes :

Fig. 52 (1).



a. Glandes ma maires.

Ces glandes, c sidérées d'une n nière générale, p sentent deux mod différents de stru ture : elles se con posent ou d'un am de tubes terminé en cul-de-sac, o de canaux ramifié (*ductus lactiferi*), dont les ramifica tions les plus déliée supportent des grappes de vésicules (*cellulæ lactiparæ*) visibles au microscope. Le premier mode de structure n'est connu que chez l'ornithorhynque, où Meckel l'a découvert (2). Ces cœcums ramifiés qui s'ouvrent en grand nombre sur un point

Fig. 54 (3).

Fig. 53.



uni de la peau, ont cependant, à leur paroi interne, une texture celluleuse pl complexe, ainsi que l'a fait voir Owen (4). C'est à tort qu'on a attribué la mêm simplicité de structure aux glandes mammaires des cétacés, qui ne diffèrent pas d celles des autres mammifères. La disposition en grappes des éléments qui cons

(1) Figure 52, conduits et sinus lactifères ; préparés sur la mamelle d'une femme morte pe dant la lactation, ils étaient naturellement injectés par le lait qui y était contenu ; *a*, *a*, *a*, *a*, quelques unes des nombreuses anastomoses établies entre ces conduits et les sinus lactifè (P. Dubois, *Traité d'accouchement*, t. I, p. 254.)

(2) La figure 53 représente, d'après Meckel, la glande mammaire de l'ornithorhynque.

(3) Figure 54, tétin de vache ouvert, présentant une des cavités inférieures de la glande m maire. Celle-ci est composée d'un nombre infini de granules mous d'une teinte jaunâtre ou r geâtre, renfermant les dernières ramifications des vaisseaux sanguins, et les premières des co duits lactifères. Ces conduits se réunissent peu à peu pour former huit ou dix conduits princip *a a a*, qui viennent s'ouvrir dans la cavité du tétin. (Guibourt, *Histoire naturelle des drog* t. IV, p. 80.)

(4) *Philos. Trans*, 1832.

ment ces organes chez les mammifères et la femme a déjà été très bien constatée par Duvernoy, Mascagni et Cruikshank : on peut la démontrer en injectant du mercure dans les cellules lactifères ; mais il suffit quelquefois pour cela du lait qui les remplit pendant l'allaitement (1). Dans le hérisson qui nourrit ses petits, ces cellules ont 0,00712 à 0,00928 pouce ; injectées de mercure, chez la chienne, elles ont 0,00260 pouce. Leur volume dépasse donc de 10 à ... fois celui des vaisseaux capillaires les plus déliés (2).

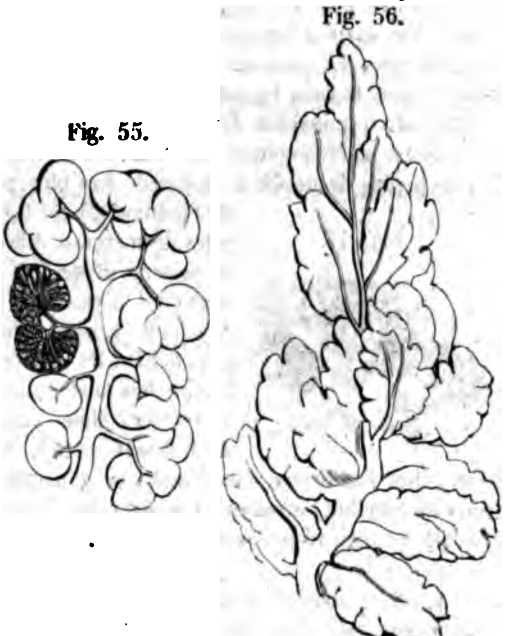


Fig. 55. Fig. 56.

Glandes salivaires.

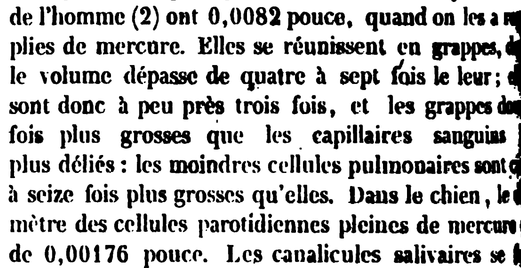
Chez les insectes, les glandes salivaires, comme, en général, toutes les glandes de ces animaux, sont de longs utricules ...leux, qui se terminent en cul-de-sac. Chez les mollusques, elles ont une structure spongieuse et manifestement cellu... Les poissons n'en possèdent. Celles des serpents ne doivent pas être confondues avec les glandes à ... qui sont tout à fait différentes ; on les trouve, les unes aux deux lèvres, ... sous la langue, et quelques unes près du nez ; de même que chez les

(1) Mueller, *loc. cit.*, tab. 6, fig. 1-8. — Berres, *Mikrosk. Anatomie*, t. XVI, fig. 2.

(2) La figure 55 représente, d'après Müller, le tronc des conduits lactifères de la lapine, avec ...mifications dans la glande. — La figure 56 représente, d'après le même, un des grands ...les de la mamelle d'une lapine allaitant, pour faire voir la distribution des conduits lacti... dans les lobules plus petits. On aperçoit les vésicules lactipares pédonculées, pleines de lait ...nies en grappe. — M. Ch. Robin a fait voir que la mamelle suit, dans le développement de ...éments anatomiques, pendant et hors l'état de grossesse, des phases analogues à celles que ...ent les fibres musculaires de l'utérus. Celles-ci sont étroites, minces, atrophiées, à peine ...naissables pendant l'état de vacuité de l'utérus, larges, rubanées et faciles à reconnaître ...ant la grossesse. De même, il est impossible de voir les culs-de-sac glandulaires de la ma... pendant l'intervalle des grossesses. Ils sont atrophiés, et l'on ne peut en constater l'existence ...cun moyen. A cette époque, le tissu mammaire est dense, homogène, résistant, élastique, ...âtre. Dès que survient, vers le huitième mois, le gonflement de la mamelle, son tissu ...nt moins dense, et, quand la sécrétion lactée a commencé, on voit çà et là de petits points ...s à peine du volume d'une tête d'épingle, qui se dessinent sur le reste du tissu, qui est plus ... Enlevés et placés sous le microscope, on reconnaît que ce sont des *acini*, et ils présentent ...ls-de-sac caractéristiques des glandes en grappes. Seulement, pendant que la sécrétion est ..., on ne voit pas d'épithélium tapissant les culs-de-sac, qui sont remplis de globules de ... Si la mamelle est hypertrophiée pathologiquement de manière à former une tumeur hyper...ique, ou seulement si un kyste ou toute autre cause a déterminé une congestion locale, ...rties dans lesquelles la circulation est activée présentent les culs-de-sac tapissés d'épithé... Les *acini* ne se dessinent pas dans le tissu comme à l'état normal ; et, au delà des parties

oiseaux, ce sont des agrégats de glandes simples, avec de nombreuses ouvertu séparées les unes des autres. Mais les pics ont une grosse glande subling de structure plus compliquée, qui est pourvue d'un conduit excréteur p culier. Eu égard à leur texture intime, toutes ces glandes sont des follicule grappes. Chez les mammifères et chez l'homme, elles sont beaucoup plus co plexes ; mais là aussi on parvient à remplir d'injection les vésicules disposée grappes aux terminaisons des canalicules salivaires, ce qui permet de les soum à l'examen microscopique (1). C'est aux recherches d'E.-H. Weber que devons le plus de détails à cet égard. Les plus petites cellules de la parotide de l'homme (2) ont 0,0082 pouce, quand on les a plies de mercure. Elles se réunissent en grappes, le volume dépasse de quatre à sept fois le leur ; sont donc à peu près trois fois, et les grappes fois plus grosses que les capillaires sanguins plus déliés : les moindres cellules pulmonaires sont à seize fois plus grosses qu'elles. Dans le chien, le mètre des cellules parotidiennes pleines de mercure de 0,00176 pouce. Les canalicules salivaires se ment, chez l'embryon, dans l'intérieur d'un blastème au milieu duquel la v tation du conduit excréteur va toujours en faisant des progrès à mesure qu' s'éloigne du petit tronc simple qui lui sert de départ (3).

Fig. 57.



e. Pancréas.

Le pancréas apparaît pour la première fois, chez les poissons, sous la fo d'appendices pyloriques, dont, au reste, beaucoup d'animaux de cette classe dépourvus. Ces appendices sont tantôt simples, tantôt multiples, comme chez saumons et les gades, plus rarement ramifiés. On trouve un commenceme ramification, mais très simple encore, dans le *Polyodon folium*, où les appen cœcaux sont fort gros et courts ; elle devient compliquée dans quelques genres la famille des scombéroïdes, par exemple chez les thons, où l'on voit partir de l' testin grêle quatre gros troncs de cœcums, qui se ramifient, et dont chaque bra finit par un bouquet de petits tubes minces (4). Dans l'espadon, la même struc existe : seulement, les cœcums, au lieu d'être tubuleux, sont courts et épais. D l'esturgeon, ils sont unis ensemble par du tissu cellulaire, de sorte qu'ils rep sentent une masse folliculeuse ; mais Alessandrini a découvert chez ce poisson second pancréas acineux, qui est situé à la première portion de l'intestin gr Dans les raies et les squales, cette glande a une structure compliquée et acin

où a lieu le travail organique morbide, on ne voit plus de culs-de-sac On n'a, sous le micro cope, que des faisceaux de tissu cellulaire très serrés ; mais ni l'emploi de l'acide acétique, celui des autres réactifs, ne font voir les culs-de-sac, qu'on aperçoit ailleurs et pendant la riode de sécrétion, très facilement, sans réactifs, et qu'on étudie encore plus facilement leur aide. (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, 1849, p. 59.) É. L.

(1) Prochaska, *Disquisitio organismi*. Vienne, 1812. p. 102. — E.-H. Weber, dans Meckel's *Archiv*, 1827, p. 274, pl. IV, fig. 17 (parotide de l'homme).

(2) La figure 57 représente, d'après E.-H. Weber, un lobule de la parotide d'un nouveau-né plein de mercure, et à un grossissement de cinquante diamètres.

(3) Mueller, *loc. cit.*, tab. VI, fig. 10-12.

(4) Mueller, *loc. cit.*, tab. VII, fig. 4-5.

me chez les animaux supérieurs. Parmi les poissons osseux, les seuls chez uels on trouve, par exception, un pancréas de cette espèce, sont l'anguille, le chet et le bars, où il a été vu par Swammerdam, E.-H. Weber, Alessandrini et ndt. Chez les oiseaux, les conduits pancréatiques peuvent être injectés de mere jusqu'à leurs extrémités vésiculeuses (1) ; ces vésicules ont 0,00137 à 0297 pouce ; elles sont donc six à douze fois plus grosses que les plus petits sseaux sanguins.

l. Glande lacrymale.

Mes recherches m'ont appris que cette glande, considérée d'une manière généе, affecte deux formes principales, eu égard à la disposition de ses canalicules. ez les tortues, la substance glandulaire représente des lobes claviformes, branes, solides, dans l'intérieur desquels court un canal grêle ; la masse qui entoure canal est entièrement composée de faisceaux microscopiques de petits tubes ant 0,00194 pouce de diamètre (2) ; chez les oiseaux, la glande lacrymale est posée en grappes (3) ; chez les mammifères aussi ; elle ressemble, pour la structre, aux glandes salivaires, au pancréas et aux glandes mammaires. Les canalicules terminent par des amas de petites vésicules, que je suis parvenu à remplir de rcure chez le cheval.

. Foie.

Dans la classe des crustacés, notamment chez les écrevisses, le foie est composé gros faisceaux de cœcums digités, dont le conduit excréteur s'ouvre de chaque é dans le canal intestinal (4). D'autres, comme les genres *Palæmon*, *Penæus* et *ngon*, ont un foie en grappe, et les lobes hépatiques des squilles forment des es cellulo-spongieuses (5). Rathke a fait voir que le foie de l'écrevisse ordire, qui est composé d'un amas de cœcums, naît, chez l'embryon, d'un renversent des parois intestinales, qui s'allongent de dedans en dehors.

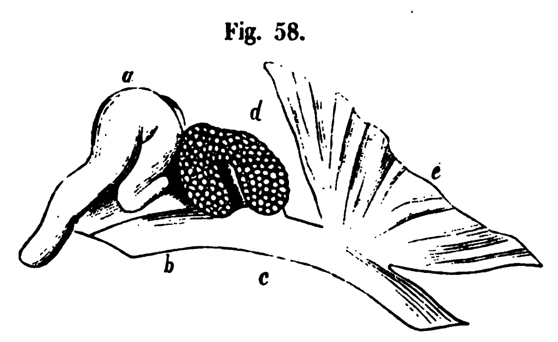
Chez les mollusques, le foie ressemble déjà beaucoup, pour l'aspect, à celui des maux supérieurs. Plein de bile, il paraît, au premier abord, avoir une structure me ; mais on peut aisément démontrer que c'est une grappe creuse, en pous- t de l'air dans les conduits excréteurs. Chez quelques grands gastéropodes, le *ex tritonis*, par exemple, la structure celluleuse est si manifeste, et les cels ont tant d'ampleur, qu'après avoir été coupé en travers, le foie offre à l'œil l'aspect d'une masse absolument spongieuse (6).

Le foie se présente sous la forme la plus simple qu'il puisse revêtir chez un son, le *Branchiostoma lubricum*, que son organisation entière rend fort requable. L'œsophage, continuation de la cavité branchiale, conduit dans une tion élargie de l'intestin. Cette partie large est toujours colorée en vert, tandis l'œsophage ne l'est pas, et l'espèce de cœcum qui en part a également ses parois amment teintes en vert. La coloration appartient à la couche interne du sac, rovient d'une structure glanduleuse qu'on découvre, en pratiquant des coupes,

(1) Mueller, *loc. cit.*, tab. XVII, fig. 3-5.
(2) Mueller, *loc. cit.*, tab. V, fig. 4.
(3) *Ibid.*, tab. V, fig. 5.
(4) *Ibid.*, tab. VIII, fig. 11 (écrevisse), fig. 12 (*Pagurus striatus*).
(5) *Ibid.*, tab. IX.
(6) *Ibid.*, tab. X, fig. 4.

sous la forme d'une couche de fibres perpendiculaires. La portion verte de l'intestin se termine brusquement, et le reste du canal a une teinte claire. D'ailleurs les parois de cette portion verte et de son appendice en cœcum ne sont pas plus épaisses qu'ailleurs. De toute évidence, cette portion et son appendice doivent être considérés comme le foie, dont on avait cru jusqu'ici l'animal dépourvu. Ici le foie est encore identifié avec les parois de l'intestin, par un renversement duquel il a été produit en partie, comme dans le fœtus des animaux supérieurs. Le sac intestinal tout entier, même le cœcum, offre, dans son intérieur, le phénomène du mouvement vibratile, ce dont on ne connaît d'exemple chez aucun autre animal vertébré (1).

Fig. 58.



D'après les observations de Rolando, de Baer et de moi (2), le foie apparaît d'abord, chez l'embryon d'oiseau, sous la forme d'une excroissance creuse des parois intestinales, et, en cela, son origine ressemble à celle du poumon (3). Suivant Baer, il commence à se montrer vers le milieu du troisième jour d'incubation; à cette époque, il figure deux appendices coniques et creux du canal alimentaire, qui embrassent le tronc veineux commun. Bientôt ces cônes s'allongent, en poussant devant d'eux des ramifications vasculaires, tandis que leur base se resserre peu à peu, et prend la forme d'un conduit excréteur cylindrique (4). La vésicule biliaire se produit comme diverticule de ce dernier. D'après mes observations, la portion creuse de la paroi intestinale qui constitue le rudiment du foie a d'abord, c'est-à-dire le quatrième jour, la même épaisseur presque que le reste de la paroi; mais bientôt elle devient beaucoup plus épaisse, sans cesser pour cela de contenir une cavité dans son intérieur. Cette cavité diminue à mesure que les canaux biliaires se développent, tandis qu'on voit apparaître, dans la substance du foie, des figures ramifiées et des grains allongés en cœcums, qui ne semblent pas cependant être creux. Les conduits bilifères sont donc le résultat, non d'une continuation du phénomène de l'exsertion, mais de l'acquisition d'une organisation plus complexe par la portion des parois intestinales qui constitue le rudiment du foie (5).

Quant au développement ultérieur de l'organe, Hervey (6) et Malpighi (7) ...

(1) Mueller et Retzius, dans *Monatsbericht der Akad. zu Berlin*, 1841, p. 396.

(2) La figure 58 représente, d'après Mueller, l'origine du foie, sortant de la paroi intestinale chez l'embryon de poulet, au cinquième jour de l'incubation : *a* cœur, *b* intestin séparé de la carène, *c* portion de l'intestin prolongée en doigt de gant, d'où pullule le foie, *d* foie reposant sur le cône prolongé de l'intestin, *e* ombilic intestinal, point où l'intestin se continue avec le feuillet muqueux du blastoderme.

(3) Reichert nie que le foie affecte primitivement la forme utriculaire et qu'il naisse de l'intestin de l'embryon.

(4) Burdach, *Physiologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan, Paris, 1838, t. III, p. 250.

(5) Mueller, *loc. cit.*, tab. IX, fig. 1-3; tab. XI, fig. 1-4.

(6) *Exercitat. de generatione*, 19.

(7) *De formatione pulli*, 61.

recueilli quelques notions à cet égard. Harvey regardait la substance hépatique me une excroissance, une sorte de bourgeonnement des vaisseaux sanguins; pighi avait vu le foie consister en un amas de cœcums, aux sixième, septième et rième jours. J'ai poursuivi ces premières données avec le secours du micros-. Quand on emploie cet instrument, il montre à la surface du foie de courts tons branchus d'un blanc jaunâtre, qui naissent, à côté les uns des autres, et en ntité innombrable, de la substance hépatique, dont la couleur est d'ailleurs le ge de sang. J'ai vu, chez les embryons plus âgés, ces rejetons se ramifier davan- encore, de manière que leurs faisceaux représentaient de petites plumes ou de ts bouquets (1). Ils ont environ 0,00172 pouce de diamètre.

Le foie de l'adulte se compose de petits lobules, qui sont unis ensemble par du u cellulaire et des vaisseaux. Wepfer et Malpighi sont les premiers qui en aient nné la description. Suivant Malpighi, ils sont coniques la plupart du temps, quel-efois oblongs, et parfois aussi trifoliés, comme dans le squale (2). Kiernan (3) décrit et les figure comme des corps foliiformes, mais non aplatis, qui envoient sieurs prolongements obtus. On peut les séparer les uns des autres par la macé-ion, et ils demeurent alors pendants aux branches des vaisseaux sanguins. Dans foie d'ours blanc, qui a été préparé de cette manière, je les vois partout réunis petits groupes, sans que toutefois leurs tiges semblent être formées par les vais-ux sanguins seulement; elles le sont, au contraire, de la même substance hépa-ue qu'eux. Ces tiges ont un quart de ligne de diamètre; elles se ramifient sans dre de leur épaisseur; les branches augmentent au contraire de volume avant r terminaison; elles y acquièrent jusqu'à une demi-ligne, et cette partie plus isse, qui a deux ou trois lignes de long, envoie çà et là des prolongements obtus.

Malpighi disait que les corps, appelés par lui lobules du foie, étaient composés *cini*, dont il n'indiquait pas la structure. Haller et Meckel, au contraire, em-oyaient le mot *acini* pour désigner les lobules de Malpighi, que Meckel regardait mme une agrégation de granules punctiformes. C'est en cherchant à déterminer, ez l'embryon d'oiseau et le têtard de grenouille, la configuration de ces prétendus nules, qui sont les commencements des canalicules biliaires, que j'ai reconnu 'ils avaient une forme allongée et qu'ils étaient ramifiés.

Comparés avec les lobules du foie de l'adulte, les rejetons qu'on aperçoit chez le tus, et dont j'ai donné la description plus haut, sont incomparablement plus petits. s lobules du foie de l'adulte ont une demi-ligne et plus d'épaisseur, tandis que rejetons observés dans le foie du fœtus n'ont qu'un cinquantième de ligne de mètre transversal. Les lobules ne sont pas produits par le grossissement des reje-s; car j'ai trouvé ces derniers tout aussi petits dans le foie du cochon d'Inde veau-né (4).

L'aspect du foie de l'embryon, que j'ai décrit, est attribué par Kiernan à des ces jaunes compris entre les radiations des veines. Cette opinion n'a aucun fon-ment; car le microscope composé fait retrouver les structures que j'ai vues au

(1) MUELLER, *loc. cit.*, tab. XI, fig. 4-9.

(2) *De hepate*, cap. 2, *trifolium ruditer æmulatur*, dit-il.

(3) *Philos. Trans.*, 1833.

(4) *Loc. cit.*, tab. XI, fig. 12, 6. Cette figure montre que les rejetons sont au contraire des ties constituantes des lobules.

microscope simple, et avec son secours on peut réduire toute la substance propre
du foie à ses éléments, sans que les particules, qui affectent la forme de rejetons,
cessent d'être visibles, même aux plus forts grossissements.

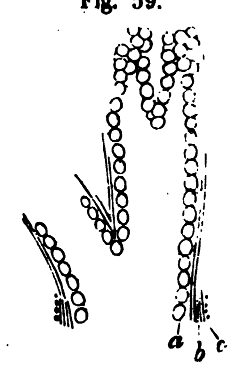
Les éléments dont se composent les rejetons de la substance du foie sont des c
lules primitives. J'ai déjà dit précédemment que Dutrochet, Purkinje et Henle
été les premiers à reconnaître que les éléments premiers de la structure du foie s
des cellules. Dujardin et Verger ont également aperçu ces dernières. Ils leur
donné le nom de corpuscules ovales ; mais ils ont bien reconnu la manière dont e
sont arrangées, c'est-à-dire leur disposition en séries. En effet, suivant ces de
auteurs, les corpuscules ovales forment, dans les lobules du foie, des lignes dro
ou contournées, qui s'étendent de la périphérie vers le centre. Henle décrit de
manière suivante les cellules de la substance hépatique. Les *acini* du foie sont d
amas de cellules à noyau, serrées les unes contre les autres, et closes de to
parts, qui remplissent entièrement les mailles comprises entre les vaisseaux.
raclant un foie qu'on a laissé macérer pendant quelque temps, on peut les obte
en grand nombre et isolés les uns des autres ; lorsqu'on déchire la substance hé
tique fraîche, on se les procure aisément accolés en séries, les unes simples,
autres rameuses ; et, quand on examine une tranche mince d'un lobule, on v
qu'ils sont situés à l'extérieur des parois des vaisseaux sanguins, tantôt en a
irréguliers, tantôt en séries longitudinales courtes, placées régulièrement les unes
côté des autres, qui figurent de petits cœcums, en tant du moins qu'on fait abstr
tion des cloisons transversales de séparation (1). Mes observations m'ont appris q
cette dernière disposition est absolument générale, et je regarde les amas irrég
liers comme les produits d'un dérangement que la pression a fait subir aux élém
constituants des lignes ou séries. Les séries ayant la forme de petits cœcums aff
tent partout le mode de répartition indiqué par Dujardin et Verger, et souvent
parvient à en voir des portions fort longues qui se dirigent vers l'intérieur d
lobules. En faisant tomber pendant longtemps sur une tranche mince de lobule
filet d'eau, qui entraînait une partie des cellules, je suis parvenu à distinguer encor
entre les débris des séries, un réseau de conduits transparents un peu plus grêl
qui est le réseau capillaire des vaisseaux sanguins, car, sur une tranche fraîche,
voit le sang se distribuer entre les séries des cellules.

Dans la *Myxine glutinosa*, la substance propre du foie est composée de lo
cylindres, qui se divisent de distance en distance, mais qui ont encore un volu
à peu près double de celui des séries de cellules dans le foie des mammifères et
l'homme ; effectivement leur diamètre transversal est de 0,00200 pouce. Ces cyli
dres ne sont pas des séries simples de cellules, mais des conglomérats de cellule
groupées avec tant d'irrégularité que plusieurs d'entre elles viennent se placer s
la largeur du cylindre, qui d'ailleurs est parfaitement régulier et conserve le mêm
diamètre partout. On les aperçoit tant sur des coupes verticales que sur les coup
transversales pratiquées tout auprès de la superficie ; du reste, on comprend qu
dans ce dernier cas, il y a beaucoup de cylindres coupés en travers, et qui par c
même ressemblent à de petits amas de cellules. Entre les cylindres, qui ont u
aspect grenu, on découvre un réseau clair de vaisseaux capillaires.

(1) *Encyclopédie anatomique. Anat. génér.*, trad. p. A.-J.-L. Jourdan, t. II, p. 530.

n ne sait pas bien encore comment les canalicules biliaires naissent des cylindres lleux, ni quel rapport existe entre eux et les cellules. Henle (1) rapporte quels uns des cas possibles. Les cellules, disposées en séries, peuvent produire des es par leur fusion, ou bien elles s'ouvrent chacune à part, et sur tous les points, s les conduits biliaires, ou enfin, le parenchyme du foie étant une masse come de cellules parcourue par des vaisseaux, les cellules s'écarteraient assez les s des autres pour laisser entre elles des espaces creux cylindriques, de simples duits intercellulaires, dans lesquels le produit sécrété se semblerait; et, quand plusieurs conduits intercellulaires ndraient à se réunir, il se produirait, pour leur servir de oi, une membrane propre (*b*), au côté interne de laquelle cellules (*a*) s'appliqueraient comme une sorte d'épithém, tandis qu'extérieurement se formeraient de nouvelles uches, et enfin des fibres annulaires (*c*). La seconde hypoèse et la troisième ne me paraissent pas vraisemblables, rce que, chez les animaux supérieurs, les cellules forent, non pas des masses, mais des séries simples, séparées unes des autres. Quant à la première, les faits analogues manquent pas en sa faveur. Henle lui-même a trouvé glandes en forme de cœcum dans l'estomac du lapin lte (2), et Kœlliker a fait la même observation à l'extrémité des vaisseaux lifères des larves d'insectes (3).

Fig. 59.



n juge, d'après ce qui précède, que les injections poussées par le canal hépale vers les racines des conduits biliaires n'ont pas pu jusqu'ici conduire à des ltats certains et toujours uniformes. Rien de plus facile alors que le passage des ides d'un ordre de vaisseaux dans l'autre. Tant qu'on n'aura pas vu au microe les séries radiées ou les cylindres de cellules se continuer avec les racines des duits biliaires, il ne faudra faire usage qu'avec une grande circonspection de les injections de ces conduits qui auront pu parvenir jusqu'à la surface des lles.

Prochaska, après avoir injecté les conduits biliaires, a obtenu des extrémités vélliformes, comme dans les glandes salivaires (4). Krause est arrivé au même ltat par l'insufflation (5); les vésicules avaient $\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{40}$ de ligne de diamètre.

Ayant injecté ces conduits, chez des lapins, j'observai une disposition en houppes petits tubes qui partaient de la surface et du bord d'un lobule, s'enfonçaient vers milieu de ce même lobule, en s'unissant deux à deux, et pénétraient ensuite à une

(1) *Loc. cit.*, p. 482.

(2) *Loc. cit.*, p. 488. Ces glandes, très longues et grêles, étaient en grande partie formées le seule série de vésicules. Les vésicules, séparées les unes des autres dans le fond, étaient rues chacune d'un noyau, et faciles à isoler. Vers le haut, les limites entre elles commenat à s'effacer. Plus haut encore, les cloisons disparaissaient, et il se formait des tubes sim, un peu recourbés en dedans à l'endroit où existaient autrefois des cloisons, et consistant mêmes en une paroi anhiste, avec des noyaux de cellules apposés çà et là.

(3) *Observationes de prima insectorum genesi.* Zurich, 1842, tab. III, fig. 11.

(4) *Disquisitio organismi*, p. 104.

(5) MUELLER's *Archiv*, 1837.

plus grande profondeur; d'où je conclus l'existence de cylindres en forme cums, sans vésicules terminales (1).

Kiernan les représente répandus en manière de réseau dans la pari phérique des lobules. Il a été le premier à remarquer que les conduits interlobulaires s'anastomosent ensemble; car, après avoir injecté le can tique gauche, il vit l'injection refluer par celui du côté droit. Il se fonde a la manière dont les canalicules biliaires injectés se comportent dans le l gauche du foie (2).

E.-H. Weber et Ed. Weber ont obtenu, par la voie des injections, minaisons vésiculeuses dans les fosses du foie et dans les creux rempli veine porte: la surface de la glande leur a fourni, au contraire, un rése lobules, qu'ils distinguent du réseau vasculaire sanguin. Les injections de dans lesquelles les conduits biliaires et les vaisseaux sanguins sont remplis trent des portions de réseaux mêlées ensemble. Parmi les miennes, il s'en plusieurs qui indiquent une distribution rétiforme dans les lobules; mai saurais distinguer ce réseau de celui des vaisseaux sanguins; de sorte qu' geant d'après ces préparations, qui sont celles que j'ai le plus étudiées, je n le passage d'un ordre de vaisseaux dans les autres, par extravasation, comm chose très possible et même facile (3).

Les rapports qu'ont entre eux les trois ordres de vaisseaux du foie, l'a hépatique, la veine porte et les veines hépatiques, ne sont pas moins co qués.

Les vaisseaux qui pénètrent dans le sillon transversal du foie sont accomp d'une gaîne de tissu cellulaire, continuation de la capsule de Glisson. Les la eux-mêmes sont entourés d'une capsule qui se prolonge dans le foie tout e et qui a été ajoutée par Malpighi à celle de Glisson. Les branches des vein

(1) R.-H. Weber, *Anatomie des Menschen*, t. IV, p. 306.

(2) Ces vaisseaux, découverts par Ferrein, se ramifient jusqu'à une certaine distance portion du ligament tout à fait séparée de la substance du foie, et ils s'y comportent exac à la manière des vaisseaux sanguins. Cette portion de ligament reçoit aussi, d'après (*Elem. physiol.*, t. VI, p. 490), des branches de la veine porte, et, suivant Kiernan, des ches des veines porte et hépatiques, qui sortent du foie. Dans un foie injecté par Walter, veine porte, l'artère hépatique, les veines hépatiques et le canal hépatique sont de coule verses, j'aperçois, dans ce ligament, des vaisseaux ayant les teintes assignées à la veine port veines hépatiques et au canal hépatique. Je regarde ces prétendus conduits biliaires, non un rudiment de foie (car on n'aperçoit ici aucune trace de la substance propre de la gl mais comme des ramifications vasculaires, dans lesquelles l'injection a passé du condui tique, par extravasation. Dans ce foie, les ramifications les plus déliées des canaux bili sont pas remplies. La face plate du foie, à une distance considérable du ligament précit aussi de petits troncs vasculaires qui se ramifient sous le péritoine, et qui ont la couleur d jection introduite dans le conduit hépatique.

(3) *Cons.* sur la structure intime du foie une lettre de E.-H. Weber à Rusconi, dans I ler's *Archiv*, 1843, p. 303, un mémoire de A. Krukenberg, *ibid.*, p. 318, et une note de ler, *ibid.*, p. 338. Pour donner une idée nette de ces travaux, en grande partie dirigés les résultats des recherches de Kiernan, et qui présentent un haut degré d'intérêt, il faudrait dans des détails qui excéderaient de beaucoup les bornes d'une simple annotation. Il attribue la cirrhose du foie à l'hypertrophie du tissu cellulaire qui entre dans la compositi la glande. Cette opinion avait déjà été émise par E. Hallmann, *Diss. de cirrhosi he* Berlin, 1839. (*Note du trad.*)

sont exclues de la gaîne qui renferme la veine porte, l'artère hépatique, hépatique et leurs branches (1).
n (2) prétend que les ramifications de la veine porte et des veines hépa- étendent partout dans le foie; quant à celles de l'artère hépatique, il les à la gaîne celluleuse des vaisseaux dans l'intérieur de la glande, et aux s autres vaisseaux, notamment de la veine porte et du conduit hépatique. partage la même opinion (3).
, au contraire, soutenait que l'artère hépatique se répand dans toute la e du foie.
l y a aussi beaucoup de branches de cette artère qui percent la surface de et vont gagner, sans être accompagnées d'aucune parcelle de sa sub- e tissu cellulaire sous-séreux et les ligaments péritonéaux. La même chose x branches de la veine porte (4).
Walter avait conclu de ses nombreuses injections que les ramifications de iépatique accompagnent partout la veine porte, les veines hépatiques, le atique et leurs branches, qu'elles donnent des rameaux nourriciers aux de ces vaisseaux, à la surface desquels elles forment un réseau, qu'elles ient dans le tissu cellulaire intérieur du foie, enfin qu'elles étaient égale- faisceaux de ramuscules dans le reste de la substance de l'organe. Il dit des branches de cette artère s'aboucher dans celles de la veine porte (5). s dit que la substance jaune ou médullaire du foie forme des circonvo- contours obtus, laissant entre elles de petits vides, dans lesquels la sub- lluloso-vasculeuse ou corticale apparaît, tantôt entre les circonvolutions, is la forme d'îles. Chaque circonvolution, là où elle présente une extré- ise, sur la surface du foie, offre dans le milieu une fissure qui se ramifie Cependant Mappes confond ensuite les fissures interlobulaires et intralo- ur le milieu du lobule. L'artère hépatique se répand, suivant lui, par un lié, sur les parois des branches de la veine porte, et au-dessous du péri- prétend que les branches des veines hépatiques, de la veine porte et de iépatique passent par le milieu des circonvolutions, et sortent par les celles des veines hépatiques sortent, selon lui, des fissures centrales de ice acineuse, entre les granulations de laquelle elles disparaissent (6); la veine porte sortent de fissures semblables des circonvolutions, et se t plus en dehors, à la surface de ces dernières et dans la substance cel- lleuse, comme les vaisseaux cérébraux sur les circonvolutions du cer- Les branches terminales des veines hépatiques tiennent uniquement à la acineuse, et non à la substance celluloso-vasculeuse (8): leurs divisions is dichotomiques, et elles s'appliquent de suite latéralement sur les troncs

ler, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 501.
t. hepat. Amsterdam, 1659, p. 310.
toria hepatis, p. 26.
ler, *Elem. physiol.*, t. VI, p. 475-490.
otat. Acad. Berlin, 1786, p. 96, 98, 105.
penitiori hepatis humani structura. Tubingue, 1817, p. 19, 22.
., p. 11, 12, 22.
., p. 20.

toujours aux veines hépatiques, tandis que la veine porte se distribu
lobules. Dans l'intérieur de chaque petit lobule court un canal centr
intralobularis), branche de la veine hépatique, qui ramène le sang
capillaire du lobule ; les veinules intralobulaires partent des branches des
patiques, qui, en cet endroit, ont leurs parois comme criblées de trou
que les lobules reposent sur la surface de ces parois, en sorte que, par
pement, ils représentent un canal dans lequel se trouve la branche d
hépatique. Ces canaux sont donc formés par les bases de tous les lobules
gaînes du tissu cellulaire qui entourent les lobules, et les séparent le
autres, se répandent les ramuscules de l'artère et ceux de la veine po
interlobulares) qui se continuent, par le moyen des réseaux capillaires
avec la veine intralobulaire ou le commencement d'une branche de veine h

Cet exposé est confirmé par la disposition des veines hépatiques da
d'ours blanc dont j'ai déjà parlé. Ici, en effet, les faisceaux des lobule
aux branches des veines hépatiques, et, en coupant les lobules, je trouv
une petite branche de veine hépatique dans le milieu de chaque lobule
prolongements. Au reste, ce rapport entre les veines hépatiques et l
n'est pas général chez les animaux vertébrés ; car, chez les larves de sal
les veines hépatiques ramassent les petites branches sur la surface du fo
peut suivre les globules du sang, durant la vie, depuis les capillaires ju
le tronc des veines hépatiques (2). Chez les myxines, de grosses bra
veines hépatiques rampent librement, avec leurs ramifications, sur toute
du foie.

On a cherché à démontrer la communication, entre divers systèmes v
dans le foie, par le passage des injections d'un ordre de vaisseaux dans l
renvoie à Haller pour ce qui concerne les anciennes observations, d'après
le passage a surtout lieu facilement de la veine porte dans les veines h

›assage d'un ordre de vaisseaux dans un autre, il y en a 4 de la veine porte s les veines hépatiques, 2 des veines hépatiques dans la veine porte, 1 des ies hépatiques dans la veine porte et l'artère hépatique, 1 de l'artère dans la ie porte, 2 de la veine porte dans les veines et l'artère hépatique, 2 de l'artère s la veine porte et les veines hépatiques. Il arrive quelquefois aussi à l'injection passer des vaisseaux sanguins dans le conduit biliaire, et de celui-ci dans x-là.

La communication entre la veine porte et les veines hépatiques par le moyen du eau capillaire des lobules est un fait bien établi. Quant aux rapports entre rtère hépatique, d'une part, la veine porte et les veines hépatiques, de l'autre rt, on peut émettre à cet égard des hypothèses diverses.

1° Tout le sang se mêle dans le réseau capillaire du foie, où il est versé à la is par l'artère hépatique et par la veine porte, et d'où les veines hépatiques le mènent. C'était l'opinion de Haller, qui admettait, dans les lobules appelés par l *acini*, trois sortes de vaisseaux sanguins communiquant ensemble.

2° Ou l'artère hépatique se résout en *vasa vasorum*, en vaisseaux nourriciers s parois de tous les autres conduits, tant vaisseaux sanguins que canaux biliaires, ressemble ainsi à une artère bronchique; mais les veines du réseau nourricier panchent dans les veines hépatiques, qui, de cette manière, reçoivent, par des nches différentes, taut le sang de la veine porte, revenant de la substance proment dite du foie, que celui du réseau nourricier des *vasa vasorum* des parois culaires. Cette hypothèse n'a été nettement présentée par personne; car Walter rit les ramifications nourricières de l'artère hépatique sur les parois des autres seaux dans le foie, sans se demander où vont les veines des *vasa vasorum*, et t seulement de la vésicule biliaire qu'il dit qu'elle n'a que des veines de la ine porte, ce que savaient déjà Glisson et Haller. Au reste, le passage des *vasa orum* dans les veines hépatiques devrait déjà se déceler, après l'injection de s dernières, par la pénétration de la matière colorante dans un réseau vasculaire du sur les parois des autres vaisseaux, ce qu'on n'observe pas.

3° L'artère hépatique se résout seulement en *vasa vasorum* sur les parois des tres vaisseaux et des conduits biliaires; les veines du réseau nourricier de ces rois aboutissent à la veine porte et à ses branches dans l'intérieur du foie, et sang tout entier de l'artère hépatique n'arrive donc que par le moyen de la ine porte dans le réseau de la substance hépatique, puis de là dans les veines patiques. Glisson a le premier émis cette opinion (1). La vésicule biliaire reçoit artères de l'hépatique, et envoie ses veines à la veine porte; le conduit hépaue se comporte de même; l'artère hépatique se ramifie, au dedans du foie, t pas dans le parenchyme de cet organe, mais dans la gaîne celluleuse des vaisux, et fournit aux tuniques du conduit des capillaires, dont les veines corresdantes reviennent à la veine porte.

Ferrein supposait également à la veine porte, dans l'intérieur du foie, des nches artérielles et des branches veineuses: ces dernières ramènent le sang de tère hépatique dans la veine porte; les autres le conduisent dans le réseau llaire intermédiaire entre la veine porte et les veines hépatiques (2). Cette hy-

(1) *Anat. hep.*, cap. 30.
(2) *Mém. de l'Acad. des sc.*, 1733, *Hist.*, p. 37.

pothèse pourrait servir à expliquer, dans les observations de Walter, confirmatives de ce qui a été dit touchant les artères nutritives des parois vasculaires, comment l'injection a été vue par lui passer de l'artère hépatique dans la veine porte ; car, après qu'on avait fendu les branches de la veine porte, des ouvertures laissant suinter l'injection devenaient visibles dans les parois de ces branches, ce que Walter interprétait comme la preuve d'un passage immédiat des ramifications de l'artère hépatique dans la veine porte.

La doctrine de Glisson a été assise par Kiernan sur des faits plus positifs. Suivant cet anatomiste, l'artère se distribue en grande partie à la vésicule biliaire, aux conduits biliaires et aux parois des vaisseaux dans l'intérieur du foie. De ce réseau le sang passe dans des branches de la veine porte, et de celle-ci dans les veines hépatiques ; car les injections délicates remplissent bien la veine porte, mais elles ne pénètrent pas dans les veines hépatiques. Lorsque Kiernan poussait une substance bleue dans la veine porte, puis une substance rouge dans l'artère hépatique, il trouvait des ramifications de l'une et de l'autre dans les parois des vaisseaux, des conduits biliaires et de la vésicule du fiel. Les lobules du foie étaient teints en bleu, et la substance rouge ne s'apercevait qu'en points épars à leur pourtour. D'après cela, Kiernan admet que celles des branches de l'artère hépatique qui parviennent jusqu'aux lobules se continuent avec les plexus veineux de la veine porte, et qu'ensuite le sang arrive dans les commencements des veines hépatiques.

4° L'artère hépatique fournit les *vasa vasorum*, dont les veines retournent à la veine porte ; mais une partie du sang artériel parvient dans les lobules, dans le réseau capillaire qui se trouve entre les ramifications de la veine porte et les veines hépatiques, de même que, d'après Reisseisen, les artères bronchiques fournissent des ramuscules au réseau capillaire des lobules pulmonaires, c'est-à-dire à celui qui existe entre les branches de l'artère et celles des veines pulmonaires.

Je ne regarde pas comme prouvé que le réseau des lobules ne reçoive rien de l'artère hépatique. Les injections de Lieberkühn font voir que le réseau capillaire de cette artère ne peut rien moins qu'être rempli par la veine porte et les veines hépatiques. La même chose ressort des préparations de Walter ; car, quoique le foie n'ait jamais été aussi complétement injecté par l'artère hépatique que par les autres vaisseaux, cependant ce ne sont pas seulement des points, mais des taches, qu'on voit apparaître dans la substance du foie : ces taches, composées de vaisseaux capillaires, ne se trouvent pas uniquement entre les lobules, elles s'étendent aussi dans leur intérieur, et s'y rencontrent avec les réseaux diversement colorés de la veine porte et des veines hépatiques : sur certains points, les lobules ont été plus remplis par la veine porte ; sur d'autres, ils l'ont été davantage par les veines hépatiques, et il n'en manque pas où l'on voit les teintes de l'artère et des veines hépatiques se rencontrer dans le réseau. Krause s'est prononcé aussi contre cette hypothèse (1). Bowman a vu des branches de l'artère hépatique pénétrer dans le réseau capillaire situé entre la veine porte et les veines hépatiques (2) ; et E.-H. Weber m'a fait voir la même chose dans ses injections. Au reste, la possibilité que des branches de l'artère hépatique et des deux ordres de veines communiquent ensemble, existe,

(1) MUELLER'S *Archiv*, 1837, p. 10.
(2) *Philos. Trans.*, 1842.

foie, puisque les vaisseaux se prolongent, par delà la surface de la glande, éritoine et les ligaments péritonéaux.

ifférences que la composition du système de la veine porte présente dans classes d'animaux ont déjà été exposées précédemment. Parmi les poissons, *hiostoma lubricum* et les myxinoïdes ont des cœurs de la veine porte, qui ctent d'une manière rhythmique. Chez le *Branchiostoma*, le sang revient, oyen de la veine porte, des veines du reste du canal intestinal au cul-de-sac 'intestin qui remplace le foie, et passe de là dans la veine cave (1). Il a été lé plus haut (p. 183) des réseaux admirables de la veine porte et des veines les.

t à ce qui concerne les deux substances admises dans le foie par Ferrein, th, Bichat, Mappes, Meckel et Cloquet, et qui joueraient un rôle d'écorce elle dans la substance de cette glande, Mappes a vu les choses comme elles st-à-dire qu'il n'a considéré l'écorce que comme une substance celluloso-re, par opposition à la substance acineuse, qui est jaune. J'ai expliqué cette ce par la saillie que les cylindres jaunâtres de la substance propre font hors vasculaire. Les réseaux vasculaires sanguins et les cylindres composés de forment partout le tissu glanduleux du rein. Kiernan attribue l'hypothèse substances à la manière dont les vaisseaux sanguins se comportent, eu égard tie centrale ou à la partie périphérique des lobules; suivant que le sang s'ac-dans les veines interlobulaires de la veine porte, ou dans les veines intralo-, le milieu ou la périphérie du lobule jaune semble plus pâle (2).

ins.

chez les myxinoïdes que j'ai trouvé les reins de la structure la plus simple. s de ces poissons sont à ceux des autres animaux comme les glandes lacti-l'ornithorhynque aux glandes mammaires des autres mammifères, et comme cœcum de l'*Amphyoxus* au foie composé des autres vertébrés.

tous les autres animaux vertébrés, les reins se composent d'une multitude canaux grêles, longs, et d'un diamètre à peu près uniforme, qui partent ère, se terminent en cul-de-sac, et quelquefois s'anastomosent ensemble par n en réseau. On les nomme *conduits urinifères.*

ins des vertébrés inférieurs, tels que les poissons et les reptiles nus, n'of-ore aucune trace marquée de distinction entre la substance corticale et la e médullaire. Chez les poissons, leur tissu se compose entièrement de ca-contournés, qui ont tous le même diamètre, se divisent çà et là, et finis-ablement par se terminer en cul-de-sac, tandis que leurs autres extrémités t dans l'uretère (3).

onduits urinifères des grenouilles sont tous rangés du même côté, comme es d'une plume, et les uns droits, les autres contournés; ils ne changent iamètre, se divisent par des bifurcations successives, et finissent en cul-de-ord opposé des reins, où Huschke a observé en eux des renflements vésicu-

natsbericht der Acad. zu Berlin, 1841, p. 409.

recherches de Kiernan ont été reproduites et appuyées de nouveaux faits dans l'article *Cyclopædia of anatomy and physiology*, par Erasme Wilson (Londres, 1840, t. III, suiv.), qui juge d'après elles les hypothèses émises par d'autres écrivains.

LLER, *De gland. struct.*, tab. XII, fig. 1-4.

liformes (1). Chez les têtards de batraciens, ils représentent, au moment de leur développement, de petites vésicules pédiculées, qui s'implantent sur l'uretère (2). Chez les serpents, où les reins forment une série de lobes le long de l'uretère qui parcourt leur bord externe, ce dernier envoie, de distance en distance, dans la concavité des lobes, un petit tronc, qui ne tarde pas à se diviser en manière de pinceau : les pinceaux dégénèrent ensuite en conduits urinifères, qui, diversement contournés sur eux-mêmes, constituent le parenchyme proprement dit du foie (3). Les conduits urinifères paraissent être un peu renflés et terminés en cul-de-sac à leur extrémité. Quand on les a remplis de mercure, ils ont un diamètre de 0,00322 pouce. Les reins des tortues ressemblent parfaitement à ceux des oiseaux, quant à la conformation des conduits urinifères, dont les extrémités sont pennées.

J'ai parlé précédemment (p. 136), d'un système particulier de veines afférentes qui existe dans les reins des poissons et des reptiles.

Les reins des oiseaux, qui sont composés de plusieurs lobes distincts, unis seulement par les branches de l'uretère, ressemblent à ceux des mammifères, en ce qu'ils renferment des pyramides qui réunissent les conduits urinifères sous la forme de petites papilles, dont chacune est plongée dans une branche de l'uretère. On remarque de petites circonvolutions à la surface des reins, comme à celle du cerveau, ou mieux au bord d'une feuille très crépue. Ces circonvolutions tiennent à ce que les conduits urinifères, en atteignant la surface de l'organe, s'y étalent sous la forme de couches, dans lesquelles ils marchent parallèlement les uns aux autres. On pourrait comparer cette disposition à celle d'un mouchoir dont un des côtés serait roulé en pyramide, et l'autre plissé comme la tête d'un rideau ou comme une collerette : elle se voit mieux encore au moment de la première formation des reins, attendu que les couches de conduits urinifères, qui s'élèvent des parties profondes et s'appliquent les unes contre les autres en gagnant la surface, ressemblent beaucoup au jabot plissé (4). Chez l'oiseau adulte, où l'on parvient à pousser de la colle et du cinabre dans les conduits urinifères, en se servant d'une machine pneumatique, les extrémités de ces canalicules sont rangées à côté les unes des autres dans un ordre admirable à la surface des reins ; chaque conduit pousse latéralement des branches barbelées, de sorte qu'il ressemble à une petite plume, ou aussi à un bois de cerf (5).

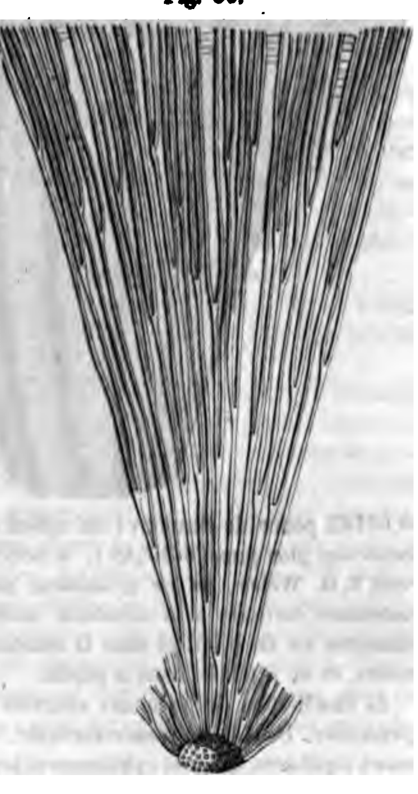
D'après de nouvelles observations que j'ai faites sur les magnifiques injections de Retzius, les branches latérales se prolongent dans la profondeur de l'organe, où elles cessent de se ramifier, et diminuent peu à peu, mais à peine, de volume. Je ne sais pas au juste comment elles se terminent ; elles paraissent former des anses. Les conduits urinifères ont un diamètre de 0,00174 pouce sur la surface des reins de la chouette.

Dans l'embryon des mammifères et de l'homme, les reins sont composés de plusieurs lobes, tout à fait séparés, qui ne tiennent ensemble que par le moyen des branches du bassinet. Le nombre de ces lobes égale celui des futures pyramides

(1) *Isis.*, 1828, p. 565.
(2) Mueller, *loc. cit.*, tab. XII, fig. 7-10.
(3) *Ibid.*, t. XII, fig. 16.
(4) *Loc. cit.*, tab. XIII, fig. 4, 5, 6.
(5) Huschke, *Isis*, 1828, p. 565. — Mueller, *loc. cit.*, tab. XIII, fig. 7, 9, 13.

ıez plusieurs animaux, comme l'ours, la loutre et les cétacés, ils demeu-rés pendant la vie entière. Là, de même que chez le fœtus des autres res et de l'homme, chacun d'eux est composé d'une pyramide de sub-édullaire et d'une sorte de chapeau de substance corticale, qui revêt squ'à sa base arrondie, c'est-à-dire jusqu'à sa papille. Il suit de là, quand se sont soudés ensemble, que la substance corticale des reins pénètre né-ent, entre les pyramides, jus-pilles. On sait que les conduits parcourent la substance mé-n ligne droite; depuis la base rès de la papille, ils s'unissent e en distance, et deux à deux, es dents d'une fourchette (1). chant de la papille, dans les ıs de laquelle ils s'ouvrent, ils ent un peu chez le cheval, mais gent pas de diamètre chez suivant la remarque de We-ôté de la substance corticale, ıux de conduits (*pyramides n*) qui, par leur réunion, con-haque pyramide (c'est-à-dire *ıides de Malpighi*), s'écartent es autres en tous sens; mais nètrent pas fort avant dans stance, car, à mesure qu'ils cent, les conduits qui les ıt se détachent peu à peu des, pour s'y glisser en décrivant ısités (3). La substance cor-ère est composée de circonvo-conduits urinifères, dont le ıe change plus désormais. Chez elle est mince, et par conséquent renferme beaucoup moins de conduits Ces derniers se terminent, les uns par des culs-de-sac, les autres par moses. C'est dans les reins de l'embryon qu'on aperçoit le plus aisément ıtion en cul-de-sac avec un renflement vésiculiforme (4). Quant aux es, je les ai constatées en injectant par l'uretère, chez le cheval, les con-


Fig. 60.



ure 60 représente d'après Schumlansky, l'origine et la dichotomie des canalicules ı la substance médullaire du rein humain.

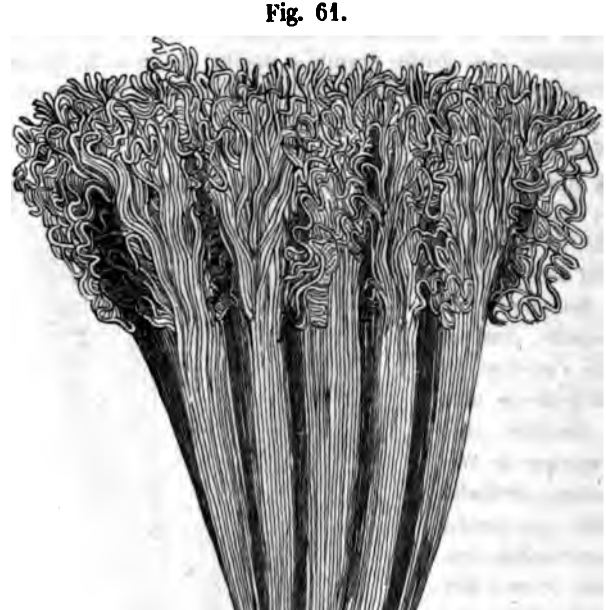
ure 61 représente, d'après Mueller, une portion de rein d'écureuil, à un grossisse-t diamètres.

LER, *loc. cit.*, tab. XIV, fig. 4 (écureuil).

LER, *loc. cit.*, tab. XIV, fig. 1. Je regarde aujourd'hui comme douteux ce qui me ors être, chez l'écureuil, des terminaisons en cul-de-sac.

duits urinifères qui, dans la substance corticale, se subdivisent en branches communiquant les unes avec les autres (1) ; elles ont été observées aussi par E.-H. Weber, par Krause et par Owen (2). D'après les recherches de Krause, on trouverait à la fois et des culs-de-sac et des anastomoses, comme il arrive aux conduits séminifères. Bowman n'a jamais vu d'anses entre des conduits urinifères différents.

Fig. 61.



A l'égard du diamètre des conduits urinifères, il est de 0,00149 pouce dans la substance corticale des reins de l'écureuil, de sorte qu'il surpasse de trois à six fois celui des vaisseaux sanguins les plus grêles. A la surface des [illegible] du cheval, ces con[illegible] injectés ont 0,001[illegible] 0,00182 pouce de diamètre ; au milieu de la substance médullaire, ils sont [illegible] beaucoup plus gros (0,00489), et près des papilles ils ont 0,01305 pouce. [illegible]vant E.H. Weber, ils ne grossissent pas, chez l'homme, dans leur trajet de [illegible] substance corticale à la substance médullaire et de celle-ci aux papilles : [illegible] diamètre est de 0,00180 dans la substance corticale, de 0,00160 dans les [illegible]mides, et de 0,00100 dans la papille.

La distribution des vaisseaux sanguins à la substance du rein offre un [illegible] particulier. Dans la substance corticale, ils forment, comme de coutume, des [illegible]seaux capillaires, qui sont extrêmement serrés, de manière que le diamètre des [illegible] qui les constituent n'est pas très inférieur à celui des intervalles ; il est de 0,[illegible] à 0,00058 pouce, d'après mes mesures. Dans la substance médullaire, les vaiss[illegible] qui proviennent de la substance corticale, marchent en ligne droite vers les pap[illegible] entre les conduits urinifères ; on peut les injecter aisément par les artères [illegible] veines. Connus déjà de Ferrein, ils avaient été faussement considérés, à part[illegible] Ruysch, comme des conduits urinifères injectés par les artères, tandis qu[illegible] injections poussées dans les artères ne passent jamais dans ces conduits. En [illegible]chant des papilles, au lieu de se dilater comme les conduits urinifères, ils [illegible]nuent au contraire de volume, et forment les réseaux capillaires ordinaires [illegible]

(1) MUELLER, *loc. cit.*, tab. XIV, fig. 2.

(2) Dans la traduction anglaise de ce *Manuel* : Elements of physiology by J. Mueller, [illegible]lated by W. Baly, 2e éd., p. 406.

›uvertures par lesquelles suinte l'urine. Leur diamètre, chez le chien, est ,00175 à 0,00068 pouce dans les pyramides, et de 0,00042 au voisinage des les, où ils forment des réseaux.

ıns la substance corticale, on trouve, entre les conduits urinifères, les corpus- ı de Malpighi, qui sont beaucoup plus volumineux que ces conduits, et qu'on apercevoir à l'œil nu. Schumlansky les a figurés beaucoup trop petits. Leur ıètre est de 0,00700 pouce d'après mes observations, de 0,00666 à 0,00883 ınt celles d'E.-H. Weber. Ces corpuscules reposent sur des artérioles, et sont :rement composés de circonvolutions de vaisseaux sanguins. On en rencontre les reins de tous les animaux vertébrés, et Rathke en a vu aussi dans les s de Wolff, chez les embryons.

:humlansky a émis l'opinion qu'ils sont la source de la sécrétion urinaire, et les conduits urinifères en naissent. Les observations de Huschke et les miennes vent contre cette manière de voir : car les corpuscules de Malpighi ne peuvent injectés que par les artères, et jamais ils ne se remplissent de l'injection qu'on se dans les conduits urinifères. Huschke a remarqué, en outre, chez la sala- dre, que le petit vaisseau sanguin qui y pénètre, en ressort après avoir décrit ıcoup de flexuosités, et va se jeter dans le réseau des capillaires (1).

urtl assure qu'on peut injecter ces corpuscules tout aussi bien par les veines par les artères (2) ; mais Bowman prétend qu'on ne parvient à les injecter que les artères et non par les veines.

'artère s'y divise en manière de houppe, d'où naissent des vaisseaux tortueux ›ont étroitement unis ensemble et reviennent sur eux-mêmes par des anses (3). ;lomérule de vaisseaux est libre dans une capsule membraneuse, dont le pre- j'ai donné la description, en faisant remarquer que le glomérule n'y tient que un seul point, celui qui sert d'entrée à l'artère (4). Mes observations m'avaient laissé convaincu que les capsules sont closes, et qu'il n'y a aucune commu- ;ion entre les corpuscules de Malpighi et les conduits urinifères. Plus tard je uvris la structure si remarquablement simple des reins dans les myxinoïdes. ; ces poissons, un long uretère qui, de chaque côté, parcourt la cavité ventrale entière, présente extérieurement, de distance en distance, mais à d'assez ds intervalles, de petits sacs qui conduisent, par un rétrécissement, dans un ıd utricule terminé en cul-de-sac ; au fond de ce dernier pend un petit pla-

TIEDEMANN'S *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, tab. VI, fig. 8.

Anatomie der Haussaeugethiere, t. II, Berlin, 1831, p. 82.

Videor tamen observasse arteriolam, quæ glomerulo accedit, cirri ad instar dividi, tortuosa vascula oriuntur, quæ ansis secum arcte connectuntur et recurrunt. MUELLER, *'and. penit. struct.* p. 101.

Ex observationibus microscopicis sæpius repetitis edoctus sum glomerulos hosce, qui ex iis materiem injectam suscipiunt, in vesiculis contineri. In renibus recentibus glomeruli inolenti sunt, sed tunc etiam ex vesiculis, in quibus continentur, ope acus facile protudi nt, ita ut laxe libereque in vesiculis glomeruli lateant, in ea parte modo affixi, ubi iola glomerulo accedit..... Sed hoc certum est, et quisque sibi apud me persuaderi t, glomerulos libere in vesiculis contineri nec ullibi, nisi uno in puncto, cum vesi- cohærere. Quod si glomerulos ex vesiculis protraxisti, lævia hæmisphæria excavata , per quorum parietem adjacentia retia sanguifera translucent. Ibid, p. 101. *Comp.* XIV, fig. 9.

centa, composé uniquement de vaisseaux sanguins, sans aucun conduit urinifère, qui est libre de tous côtés, si ce n'est sur un petit point servant d'entrée aux vaisseaux sanguins (1). L'analogie entre cette disposition et celle des corpuscules de Malpighi à l'égard de leurs capsules est assez frappante; mais je n'entrevis l'identité des deux structures que quand j'eus connaissance des recherches de Bowman (2) sur la connexion entre les conduits urinifères et les capsules des corpuscules de Malpighi, dans les reins composés.

Bowman, qui ne connaissait de mes observations que celles qui sont contenues dans mon ouvrage sur la structure des glandes, a découvert que les conduits urinifères sont la continuation des capsules, et il a poursuivi le fait dans diverses classes du règne animal. Au moment de la transition, la lumière du conduit se resserre un peu, et l'on aperçoit là, dans son intérieur, un épithélium vibratile, qui ne tarde pas à cesser par une limite bien nette; après quoi le conduit urinifère est tapissé dans toute son étendue de cellules épithéliales simples, qui ont été observées par Henle. Je n'ai pas répété les observations de Bowman, mais la structure des reins chez les myxinoïdes me persuade qu'elles sont exactes.

Les reins des myxinoïdes ne diffèrent donc pas essentiellement de ceux des autres animaux. Chez ces poissons, chaque petit rein se compose d'un seul conduit urinifère extrêmement court, de sa capsule et du glomérule suspendu dans cette dernière, tandis que la tunique extérieure de l'uretère se prolonge sur ce petit rein en cul-de-sac. Il est certain aujourd'hui qu'il existe des extrémités en cul-de-sac des conduits urinifères; celles en forme de vésicules qui ont été vues par Huschke chez la grenouille, par moi chez les crapauds et les larves de salamandre, ainsi que chez le fœtus des mammifères, sont expliquées. Il est constant aussi que les conduits urinifères ne naissent pas des corpuscules de Malpighi, que les houppes de vaisseaux sanguins sont seulement plongées dans ces derniers, et qu'en conséquence il existe entre les corpuscules de Malpighi et les conduits urinifères une connexion, déjà vue par Schumlansky, qui cependant ne soupçonnait même pas la manière dont elle a lieu. On comprend également que, quand on injecte les vaisseaux, l'injection peut passer, par extravasation, des anses vasculaires des glomérules dans les conduits urinifères, ce qui explique les observations de Berres, [illegible] et Cayla, touchant les communications entre les deux ordres de vaisseaux.

La distribution des vaisseaux sanguins n'est pas moins intéressante dans les reins que dans le foie. Huschke a vu le premier que le système vasculaire des corpuscules de Malpighi se prolongeait en vaisseaux efférents, qui eux-mêmes se continuaient avec le réseau capillaire de la substance corticale.

Voici quelle est, suivant Berres (3), la manière dont les artères rénales se comportent. Elles produisent, dans l'intérieur de l'organe, des branches qui com[illegible]

(1) *Comp. Anatomie der Myxinoidien*, 3e continuation, Berlin, 1841, p. 13. J'ai décrit la première fois cette structure en 1836, dans mes *Archives*. Je présumais alors que le corpuscule attaché dans la capsule était la substance rénale, et je demandais si les enroulements qu'on distinguait dans ce corpuscule avec le secours du microscope étaient des conduits urinifères. Plus tard, j'acquis la conviction qu'on devait répondre d'une manière négative, que les corpuscules sont des placentas, des gâteaux vasculaires, et qu'on n'y aperçoit pas de conduits urinifères. Cette nouvelle opinion fut exprimée dans mon Anatomie comparée des myxinoïdes.

(2) *Phil. Trans.*, 1842, t. I, p 57.

(3) *Mikroscopische Anatomie*, p. 160.

substance corticale en segments oblongs, ou lobes, tournés vers la substance édullaire. De ces branches-mères de lobes rénaux naissent, tout autour, des isseaux de 0,0020 pouce de diamètre, qui se divisent en plusieurs ramuscules un diamètre de 0,0010. Ceux-ci sont les vaisseaux-mères des corpuscules de alpighi, dans l'intérieur desquels ils produisent des tubes tortueux, de 0,0002 uce de diamètre, qui, en se recourbant sur eux-mêmes et décrivant ainsi une se, deviennent les vaisseaux efférents des corpuscules. Chaque vaisseau efférent un diamètre de 0,0005 pouce; d'un côté, il prend le plus court chemin pour gner le réseau intermédiaire qui entoure chaque corpuscule; de l'autre, il repré-nte de longues anses, qui pénètrent dans la substance médullaire : là ces anses archent entre les conduits urinifères, reviennent tôt ou tard sur leurs pas, et gagnent le réseau capillaire de l'écorce; quelques unes seulement atteignent squ'au réseau intermédiaire des papilles rénales. Les veines reçoivent le sang du seau intermédiaire des substances médullaire et corticale, et se rassemblent, tant la surface de cette dernière qu'autour des pyramides.

Suivant Bowman, les vaisseaux efférents des corpuscules de Malpighi passent en ande partie dans le réseau capillaire de la substance corticale; les corpuscules oins de la substance médullaire sont plus volumineux, et ils ont des vaisseaux nguins efférents plus gros, qui se prolongent dans la substance médullaire jus-qu'aux papilles, et produisent le réseau capillaire de cette substance. Les veines prennent le sang du réseau capillaire de la substance corticale et de la substance édullaire, et sont, dans cette dernière, étendues en ligne droite, comme les ar-tères.

Les enroulements vasculaires des corpuscules de Malpighi sont situés entre leurs sseaux afférents et leurs vaisseaux efférents qui se ramifient dans le réseau capil-re, de sorte qu'ils ont les caractères des réseaux admirables, au nombre desquels les range (1).

Bowman considère les vaisseaux efférents des corpuscules de Malpighi (par le yen desquels tout le sang que les artères amènent à la substance rénale passe bord dans le réseau capillaire qui entoure les conduits urinifères) comme de ites veines portes, auxquelles on doit rapporter, tant les vaisseaux efférents des rpuscules qui se ramifient de suite dans la substance corticale, que les prolon-gements de ces vaisseaux dans la substance médullaire.

Un intérêt tout particulier s'attache à la disposition des vaisseaux sanguins dans reins des reptiles et des poissons, qui ont une veine rénale afférente, ou, si l'on me mieux, une veine porte rénale. Ce sont aussi les artères qui forment les cor-puscules de Malpighi chez ces animaux. Huschke l'a reconnu dans la grenouille, l dans la couleuvre et la perche, Bowman dans le boa. Le réseau capillaire ourant les conduits urinifères, qui est situé entre la veine afférente et la veine ente, a été décrit par Bowman et Gruby (2). Suivant Hyrtl (3), parmi les aux efférents des corpuscules de Malpighi, les uns se jettent dans le réseau laire des reins, les autres se ramifient dans la vessie natatoire de la perche. man a reconnu, chez le boa, quels sont les rapports entre les artères et les

(1) MUELLER's *Archiv*, 1840, p. 142.
(2) *Ann. des sc. nat.*, t. XVII, p 218.
(3) *Medic. Jahrbuecher der œsterr. Staates*, XV.

autres vaisseaux. Les vaisseaux efférents des corpuscules de Malpighi gagnent la surface d'un lobule rénal, et s'anastomosent avec les branches de la veine porte rénale, qui se répandent sur cette même surface; après quoi, la veine porte rénale se dirige en dedans vers le réseau capillaire compris entre les veines afférentes et les veines efférentes. De même que chez les animaux supérieurs, l'artère donne au hile de chaque lobule quelques rameaux qui vont aux tuniques des conduits excréteurs et à celles des vaisseaux plus gros, et Bowman présume que les capillaires de ces rameaux versent leur sang dans les branches de la veine porte rénale.

On peut juger, d'après cela, quels sont les points par lesquels se ressemblent et diffèrent l'un de l'autre le système vasculaire sanguin du foie et celui du rein chez les animaux qui ont une veine porte rénale. Quant à ce que la distribution des vaisseaux sanguins offre de particulier chez les animaux supérieurs et chez ceux qui possèdent une veine porte rénale, on voit que, chez les premiers, le sang artériel qui arrive aux corpuscules de Malpighi, doit, à sa sortie des artères, pourvoir à lui seul le réseau capillaire tout entier des reins, tandis que, chez les autres, il n'atteint ce réseau qu'après s'être mêlé avec le sang de la veine porte rénale. Cette différence est déjà une énigme assez difficile à débrouiller. Les *vasa vasorum* veineux qu'on aperçoit sur l'entonnoir, les calices et les branches des vaisseaux rénaux, dans l'intérieur du rein de l'homme, ne se réunissent point avec les vaisseaux droits des pyramides pour produire des espèces de petites veines portes, mais s'abouchent partout, du moins à ce que j'ai vu, dans les branches de la veine rénale.

g. Testicules.

La formation des testicules est infiniment variée chez les insectes. Le type fondamental consiste à accroître dans un petit espace l'étendue de la surface sécrétante, but auquel il était possible d'arriver d'une foule de manières diverses (1). Aussi trouve-t-on tantôt des tubes simples, non ramifiés et plus ou moins contournés, tantôt des tubes roulés en peloton sur eux-mêmes; dans certains cas, [illegible] offrent des ramifications terminées ou par des vésicules ou par des amas de cœcums disposés en étoile. Quelquefois le testicule représente un amas de cœcums [illegible] ensemble comme les soies d'un pinceau, ou bien les petits tubes imitent une [illegible] de cheval; on voit aussi ces tubes s'anastomoser en arcade les uns avec les [illegible] comme je l'ai observé dans le scorpion. La sécrétion ne s'accomplit donc ici [illegible] sur la face interne des tubes, des cœcums ou capsules, et la nature atteint [illegible] même but avec un canal simple, mais très long, qu'avec un tube plus court [illegible] ramifié, et qu'avec un amas de petits tubes en cul-de-sac.

Les testicules des mollusques sont également très diversifiés. Cependant on [illegible] es réduire, pour la plupart, à deux formes : celle de grappes et celle d'amas [illegible] cillés de cœcums.

Chez les poissons, ils offrent deux modifications : ou ils sont composés de [illegible] ramifiés, comme chez le plus grand nombre des animaux (2), ou ils sont cel[illegible] Dans le second cas, l'organe n'a point de conduit excréteur : le sperme se [illegible] dans l'intérieur des cellules, par la déhiscence desquelles il tombe dans la [illegible]

(1) *Voy.* Léon Dufour, dans *Ann. des sc. nat.*, t. VI. — Succow, dans Heusinger's *Zeitschrift*, t. II.

(2) Mueller, *loc. cit.*, tab. XV, fig. 7 (alose).

ominale, ainsi qu'il arrive aussi aux œufs de certains poissons, et alors il oule au dehors par une ou deux ouvertures ; c'est ce qui a lieu, par exemple, z l'anguille et chez la lamproie, d'après la découverte de Rathke ; ces poissons it qu'une ouverture simple à l'abdomen, et leurs œufs arrivent également à térieur de cette manière. Les testicules sont celluleux aussi chez l'esturgeon et mixymoïdes.

Les testicules des reptiles nus n'ont pas encore d'épididyme; les vaisseaux efférents s'unissent tout de suite en un canal déférent. Du reste, ils sont composés de es courts et en cul-de-sac. Chez les reptiles écailleux, l'épididyme commence e produire par les circonvolutions des vaisseaux efférents et du canal déférent même.

Les recherches d'A. Cooper et surtout celles de Lauth (1) et de Krause (2), ont itribué, dans ces derniers temps, à mieux faire connaître la structure du testie de l'homme. Suivant Cooper, les lobules de cette glande ne sont pas seulent séparés par des prolongements en forme de cloisons de la tunique albuginée ; icun d'eux est aussi enveloppé d'une membrane très fine. Les conduits séminies se dirigent tous vers le réseau de Haller. On peut se les représenter sous la me d'un cône dont le sommet aboutit à ce réseau. Chaque conduit est aussi placé manière à former, par la diminution graduelle de ses tours, une sorte de cône igé vers le réseau. Krause a trouvé entre 404 et 484 lobules dans le testicule.

Les conduits séminifères ont tous le même diamètre, qui, suivant Lauth, varie $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{220}$ de pouce, moyenne $\frac{1}{183}$. Je l'ai indiqué de 0,00470 pouce. Injectés, ont, d'après Lauth, $\frac{1}{147}$, terme moyen, 0,00945 suivant moi. Krause leur igne 0,00666 quand ils sont pleins de sperme, 0,00521 quand ils sont vides et z les vieillards.

Lauth dit les lobules composés tantôt d'un, tantôt de deux conduits séminifères, même d'un plus grand nombre. Il estime le nombre des conduits à 840, et la gueur de chacun à 25 pouces.

J'avais déjà trouvé des extrémités de conduits séminifères chez divers mammies, où, dans l'ordre des rongeurs par exemple, cette recherche présente moins difficultés, à cause de la grosseur des tubes. Lauth n'en a rencontré qu'une le fois une close dans le testicule de l'homme. Krause en a souvent observé, et constaté tant la terminaison en cul-de-sac que les anastomoses des conduits re eux. La difficulté de trouver des extrémités en cul-de-sac est attribuée par ith à ce que les conduits séminifères finissent par s'anastomoser ensemble en ide. Leurs divisions et réunions sont tellement multipliées, d'après cet anatote, que, sur une portion développée, dont la longueur s'élevait à quarante-cinq ces environ, il a compté une quinzaine d'anastomoses : celles-ci n'ont cepent lieu que vers l'extrémité des conduits. Au reste, comme ceux-ci conservent tout le même diamètre, et comme ils sont clos tant par les culs-de-sac qui les minent, que par leurs anastomoses réciproques, on ne peut pas admettre que perme soit sécrété seulement à leur extrémité, et l'on doit penser que la sécréi s'opère dans toute leur étendue. D'ailleurs, il ne faut pas songer à une comnication directe entre leurs terminaisons et les artérioles : ces conduits sont

(1) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, liv. II.
(2) MUELLER's *Archiv*, 1837, p. 20.

quinze fois plus gros que les plus petites artères, et les capillaires sanguins ne se ramifient que sur leurs parois.

Quand les conduits séminifères sont parvenus à une ou deux lignes du réseau de Haller, ils cessent d'être flexueux, et se réunissent en de petits canaux droits qui produisent enfin le réseau. Lauth compte plus de vingt de ces petits canaux, ainsi que l'admettait Haller. Leur diamètre surpasse celui des conduits séminifères; il est, terme moyen, de $\frac{1}{108}$ de pouce.

Le réseau de Haller occupe une grande partie du bord supérieur du testicule. Situé dans l'épaisseur de la tunique albuginée, il forme en dedans une saillie blanche de cette membrane, qu'on appelle corps d'Highmore. Il se compose de sept à treize vaisseaux flexueux, qui tiennent tous les uns aux autres par des anastomoses, et qui ont $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{180}$ de pouce de diamètre.

Les canaux efférents qui passent du réseau dans la tête de l'épididyme, sont d'abord droits; mais ils ne tardent pas à décrire des flexuosités, de sorte que chacun d'eux représente un cône, dont le sommet correspond au réseau et la base à la tête de l'épididyme. Suivant Lauth, ils deviennent plus étroits en se rapprochant de l'épididyme. Leur nombre est de neuf à trente, leur longueur de huit pouces quatre lignes. Le canal de l'épididyme les reçoit l'un après l'autre, à des intervalles de trois pouces, d'après le calcul de Lauth. La longueur moyenne du canal de l'épididyme est de dix-neuf pieds quatre pouces et huit lignes, selon le même.

Le *vas aberrans* de Haller se trouve ordinairement dans l'angle que le canal déférent forme en s'appliquant à l'épididyme. La plupart du temps, il s'unit à l'extrémité du canal de ce dernier : plus rarement avec le commencement du canal déférent. Il est rare qu'on en rencontre plusieurs à la fois. Cet appendice a une couleur jaunâtre. Sa longueur, après qu'il a été développé, varie de un pouce et demi à treize pouces. Son point d'union avec l'épididyme est toujours plus mince que le reste de son étendue, et beaucoup plus que le canal de l'épididyme. Vers son extrémité en cul-de-sac, il devient peu à peu plus épais, et quelquefois après s'être dilaté, il acquiert une ténuité extraordinaire. Évidemment il a pour usage de sécréter un suc dans l'épididyme.

Considérations générales sur la structure des glandes.

Après avoir passé en revue les divers organes chargés d'accomplir les sécrétions, nous pouvons déduire quelques résultats généraux touchant leur structure.

1° Quelque diversifiée que soit la formation des parties élémentaires dont se composent les glandes qui existent chez les animaux et chez l'homme, cependant toutes obéissent à la même loi, et, depuis le follicule le plus simple jusqu'à la glande la plus compliquée, elles représentent une série non interrompue.

2° On ne peut pas établir de démarcation entre les organes sécrétoires des animaux sans vertèbres et ceux des animaux vertébrés; les follicules et tubes sécrétoires des insectes, non seulement se répètent dans les classes supérieures, mais encore passent par des nuances insensibles aux glandes que possèdent les animaux de ces classes. Les glandes lactifères de l'ornithorhynque, les glandes salivaires des oiseaux, les glandes prostatiques d'un grand nombre de mammifères, le pancréas

e la plupart des poissons, le foie des branchiostomes et les reins des myxinoïdes, ont aussi simples que les organes sécrétoires des crustacés et des insectes.

3° Toutes les glandes ne font qu'offrir, dans leur intérieur, une grande surface la sécrétion, et le nombre des formes qui permettent d'arriver à ce résultat est mmense. Ici, comme partout, la nature fait preuve d'une variété infinie, sans amais porter atteinte à la simplicité des lois du développement. On admire les ormes, presque aussi riches que celles des végétaux, par lesquelles elle fait passer es conduits séminifères chez les insectes, et plus encore la variété qu'elle apporte ans la conformation des glandes composées chez les animaux supérieurs. Mais toutes les glandes ont cela de commun qu'elles sont dues au développement des conduits excréteurs en cavités intérieures ou en canaux terminés en cul-de-sac. L'opinion que Malpighi s'était faite de leur structure est donc la plus exacte, et elle a été mise hors de doute par les travaux des modernes (1).

4° Il n'y a point, à proprement parler, d'*acini*, de *grana glandulosa*, dans le sens que les auteurs attachent à ces mots. Il n'y a pas d'enroulements de vaisseaux sanguins, d'où naîtraient mystérieusement des canaux sécrétoires, de quelque manière que l'on conçoive cette hypothèse. Il n'y a pas transition immédiate des capillaires sanguins aux commencements des conduits sécrétoires. Ces derniers constituent un système à part, sans connexions avec les vaisseaux sanguins, ce qui est prouvé pour toutes les formes de glandes.

5° Ces prétendus grains glandulaires, ces *acini*, ne sont que des amas d'extrémités de conduits sécrétoires, souvent même des agrégats et des grappes de vésicules microscopiques.

6° Dans beaucoup de glandes, il n'y a pas même d'*acini* creux ou vésiculaires, mais seulement de longs tubes flexueux, d'un diamètre égal partout, comme dans les reins, les testicules, etc. ; ou des tubes droits, comme dans la glande lacrymale de la tortue franche, les glandes de Cowper du hérisson, les testicules des poissons et des grenouilles, les glandes uropygiennes des oiseaux, les glandes de l'oviducte des raies et des squales : ou des cœcums, comme dans le foie des crustacés, dans les glandes qui garnissent le cloaque chez les urodèles mâles, et dans les glandes prostatiques de beaucoup de mammifères. Il existe des vésicules terminales creuses dans certaines glandes dont les parties élémentaires sont disposées en grappes, comme dans les glandes salivaires, dans le pancréas, dans les glandes mammaires de la plupart des mammifères, dans la glande lacrymale des oiseaux et des mammifères, dans la glande de Harder, dans le foie des mollusques, etc. Les mots *substantia acinosa* et *acini* trouvent donc réellement leur application à une certaine classe de glandes, en tant que le terme *acinus* s'entend des grains d'un fruit à grappe. Mais, par une succession d'hypothèses, cette signification propre du mot *acinus* a été à peu près convertie en celle, tout à fait fausse, de *grain glan-*

(1) Lacauchie (*Études hydrotomiques*. Paris, 1844), outre les glandes ordinaires, qu'il appelle *par dépression*, en admet d'une autre classe, qu'il nomme *par projection*, et qui, suivant lui, ne diffèrent des précédentes, de celles qui portent communément la dénomination de glandes, que parce que la membrane sécrétante, au lieu d'être repliée en *creux*, l'est en *saillie*. Il rapporte à cette classe les franges synoviales, les plexus choroïdes, les épiploons, les appendices épiploïques, etc. C'est par l'hydrotomie qu'il a été conduit à ces vues, qu'il n'a d'ailleurs expliquées que d'une manière très sommaire. (*Note du trad.*)

dulaire, *granum glandulosum*. Or, comme l'idée qu'exprime le terme d'*acinus*, pris même dans son véritable sens, n'est applicable qu'à quelques glandes, il est sage de n'employer qu'avec la plus grande circonspection un mot auquel se rattachent tant d'explications et d'hypothèses contraires à la vérité.

7° Il est démontré, pour toutes les glandes, que les vaisseaux sanguins ne se continuent pas d'une manière immédiate avec leurs parties élémentaires, et que les capillaires se comportent, à l'égard des parois de ces canaux et de leurs extrémités, comme ils le font à l'égard de toute autre membrane mince qui accomplit une sécrétion, comme, par exemple, la membrane muqueuse des cellules pulmonaires. Ils ne s'ouvrent pas par des bouches béantes dans les commencements des tubes et des cavités qui constituent la partie sécrétante des glandes : les artères forment, entre les parties élémentaires de ces dernières, et autour d'elles, des réseaux capillaires par l'intermédiaire desquels elles se continuent avec les veines.

8° De même que les canaux sécrétoires des glandes, avec leurs racines en cul-de-sac, forment un tout particulier et indépendant, de même aussi les vaisseaux sanguins forment, dans chaque glande, un système parfaitement clos, en raison du réseau capillaire qui unit ensemble les ramifications dendritiques des artères et des veines.

9° On prétendait autrefois que, dans quelques glandes, les vaisseaux lymphatiques communiquaient avec les conduits excréteurs. Cruikshank et quelques autres anatomistes ont réussi à remplir les vaisseaux d'injections poussées par les conduits excréteurs des glandes mammaires : moi-même j'y suis parvenu. Walter soutenait, d'après des injections faites avec violence, qu'il existe une communication entre les lymphatiques et les conduits biliaires. Mais ces arguments n'ont pas plus de valeur que ceux qu'on tire du passage accidentel des liquides d'un ordre de vaisseaux dans un autre, lorsque les injections sont exécutées sans ménagement. Au reste, les vaisseaux lymphatiques sont beaucoup plus gros que les derniers éléments des glandes.

10° Le système des conduits sécrétoires, avec ses racines creuses et en cul-de-sac, et son défaut absolu de communication directe avec le système vasculaire sanguin, doit être considéré comme une végétation, une efflorescence du canal excréteur dans l'intérieur d'un blastème. La cavité des conduits paraît résulter de la fusion des cellules du blastème.

11° Les ramifications dendritiques des vaisseaux sanguins accompagnent l'efflorescence des conduits sécrétoires, et appliquent leurs réseaux périphériques à la surface de toutes ces parties élémentaires closes, qu'elles imbibent de sang. A mesure que la paroi simple et plane du blastème se creuse d'une cavité, qui peu à peu s'étend en cul-de-sac et se partage elle-même en d'autres culs-de-sacs ramifiés, la couche vasculaire qui la couvre se prolonge aussi sur cette efflorescence, en sorte que les deux systèmes continuent de se déployer l'un au-dessus de l'autre, tant que la paroi perd sa simplicité primitive et produit, en se déroulant, une cavité intérieure de plus en plus compliquée.

12° Lorsque les tubes ramifiés, au lieu de rester libres, comme ils le sont, dans leur état de simplicité, chez les insectes et les crustacés, et même chez quelques animaux supérieurs, se rapprochent de plus en plus les uns des autres par le

tation incessànte, et viennent à se couvrir, il résulte de là un paren-
mode de développement saute aux yeux chez les embryons.
capillaires sanguins disposés en réseaux sont, pour la plupart, beau-
;rêles que les plus petites branches des conduits excréteurs et que
nités en cul-de-sac, même dans les viscères glanduleux les plus com-
s parties élémentaires des glandes conservent toujours assez de volume
ir être enveloppées par les derniers réseaux capillaires sanguins. Les
inifères corticaux des reins sont beaucoup plus gros que les vaisseaux
s plus déliés, ce qui a été démontré dans toutes les classes du règne
ins les glandes salivaires, les capillaires sanguins sont de beaucoup plus
es vésicules qui terminent les conduits salivaires, vésicules qui sont
nble en manière de grappes, et qu'on peut injecter de mercure. Il en
ie du pancréas et de la glande lacrymale. Les réseaux vasculaires san-
ent à la surface des conduits séminifères du testicule. Enfin, l'histoire
ement de toutes les glandes composées démontre parfaitement cette
tant que les conduits glandulaires conservent encore leur liberté (1).

leau suivant présente une série de mesures micrométriques, d'après lesquelles on
de la différence qui existe, par rapport au volume, entre les canaux sécrétoires
res sanguins. — *Comp.* les mesures données par Krause, dans MUELLER's *Archiv*,
et suiv.

	Fractions de pouce.
sanguins (d'après E.-H. Weber) = 1/4000 — 1/2000 p. =	0,00025—0,00050
dans les reins (d'après mes mesures).	0,00037—0,00058
s dans l'iris de l'homme.	6,00037—0,00047
: dans les procès ciliaires de l'homme.	0,00053
ılmonaires les plus petites de l'homme (d'après E.-H. = 0,053 — 0,160 lig.	0,00441—0,01338
lindriformes dans les poumons de l'embryon des oiseaux.	0,00474
lémentaires des mamelles du hérisson allaitant. . . .	0,00712—0,00928
rminales dans les conduits salivaires de l'oie, pleins de	0,00260
rminales des conduits salivaires de la parotide de l'homme, le mercure.	0,00082
la glande lacrymale de l'oie, pleines de mercure. . .	0,00327
pancréas de l'oie, pleines de mercure.	0,00137—0,00297
nentaires de la glande lacrymale de la tortue franche. .	0,00194
la glande de Harder du lièvre, pleines de mercure. . .	0,00776
rminales des conduits bilifères de l'*Helix pomatia*. . .	0,00565
rminales libres des conduits bilifères dans l'embryon d'oi-*ai*, long., 1 pouce).	0,00172
ı corps de Wolff de l'embryon d'oiseau.	0,00377
dans un autre embryon.	0,00300
rinifères du *Petromyzon marinus*.	0,00324
de la *Torpedo marmorata*.	0,00469
du rein de la chouette, injectés par l'uretère, près de émité.	0,00174
rinifères corticaux du rein de l'écureuil.	0,00149
rinifères corticaux et flexueux du rein du cheval, injectés tère, et vus à la surface de la glande.	0,00137—0,00182
rinifères médullaires du rein du cheval, injectés par l'u-rès des papilles.	0,01305

14° L'évolution des glandes chez l'embryon est une répétition de leur développement progressif dans la série animale.

15° Il y a beaucoup de modifications dans la structure intime d'une glande qui contribuent à accroître l'étendue de la surface sécrétante ; mais aucune n'appartient en propre à une même glande chez tous les animaux. Des glandes tout à fait différentes peuvent avoir une même structure intime, comme les testicules et la substance corticale des reins, tandis que la même glande diffère souvent à cet égard chez des animaux divers, comme il arrive à la glande lacrymale des tortues, des oiseaux et des mammifères. Les glandes salivaires ne sont, chez les oiseaux, que des conduits ramifiés, avec des saillies celluleuses ; chez les mammifères, ce sont des grappes de cellules, auxquelles aboutit un canal dendritiquement ramifié. La configuration intérieure du foie varie à l'infini dans le règne animal, où cette glande se compose tantôt de simples tubes terminés en cul-de-sac, isolés les uns des autres ou fasciculés, tantôt de vésicules disposées en grappes ou affectant la forme d'une éponge, ou bien en forme de canaux ramifiés, ayant leurs extrémités en panicules. Les conduits séminifères du testicule n'offrent pas moins de variétés. Les reins seuls ont cela de constant, dans toutes les classes, qu'ils se composent de canalicules non rameux, mais allongés, droits ou flexueux, dont l'arrangement présente d'ailleurs la plus grande diversité.

16° La formation des glandes ne va pas en se perfectionnant d'une manière absolue dans la série animale ; chaque classe du règne offre des glandes rudimentaires, très simples quand elles y apparaissent pour la première fois. Ainsi les glandes lactifères de l'ornithorhynque, les glandes prostatiques des rongeurs, le pancréas des poissons, le foie du *Branchiostoma lubricum*, les reins des myxinoïdes affectent la forme de cœcums.

17° La substance des parties élémentaires des glandes est toujours blanche, d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, quelque diverses que puissent être les sécrétions. Il n'y a jamais similitude entre la substance des glandes et leur sécrétion.

	Fractions de pouce
Les mêmes du milieu de la substance médullaire (pleins). . . .	0,00489
Les mêmes de la substance corticale dans une coupe de rein (pleins)	0,00140—0,0[illegible]
Corpuscules de Malpighi du rein humain.	0,00700
Les mêmes, d'après E.-H. Weber.	0,00666 - 0,0[illegible]
Conduits séminifères d'un jeune coq.	0,00528
Les mêmes de l'écureuil.	0,01453
Les mêmes du hérisson.	0,00970
Les mêmes de l'homme.	0,00470
Petits tubes dans les glandes uropygiales de l'oie.	0,00090
Tubuli sarmentosi dans les glandes de Cowper du hérisson. . . .	0,01022
Cellules dans les glandes de Meibomius de l'homme (d'après E.-H. Weber), = 0,031 — 0,07619.	0,00258—0,0[illegible]

Cellules de la glande de Harder de l'oie, pleines de mercure, diamètre 1/5 – 1/4 – 1/[illegible]

Cellules des glandes salivaires du *Murex tritonis*, 1/6—1/5 ligne.

Cellules du foie spongieux du même, 1/6—1/4 ligne.

CHAPITRE III.

De l'acte de la sécrétion.

—

Causes de la sécrétion.

sécrétion n'est qu'un mode particulier de la métamorphose que le sang subit rculant à travers les organes.

ute sécrétion s'accomplit sur des surfaces, soit à la superficie de simples branes, soit à la surface intérieure d'excavations celluliformes ou tubiliformes landes.

glande la plus compliquée n'est qu'une large surface ménagée dans le plus espace possible : avec tous ses conduits intérieurs, canaux, tubes, cellules ecums, ce n'est jamais qu'une énorme surface limitant le corps animal, et quelle s'effectue la métamorphose du sang.

s tubes élémentaires des reins, les parties élémentaires du foie et d'autres es composées sont entourés, dans toute leur étendue, de réseaux capillaires ins extrêmement déliés ; il n'existe entre eux qu'un tissu cellulaire très lâche, s unit ensemble, et dans l'intérieur duquel marchent les petits courants du Les conduits élémentaires, les petites grappes, les petits tubes, etc., sont partout baignés à l'extérieur par des courants très déliés de sang ; ils s'im- t de ce sang, lui font subir une métamorphose particulière, et ce dont ils péré ainsi la transformation, ils le laissent couler à l'intérieur vers les canaux eurs. Telle est la marche simple de la sécrétion, qui ne diffère de la nutri- u'en ce que les substances métamorphosées s'épanchent sur les surfaces it de limite au corps.

refois on prétendait, contre toute analogie, que la sécrétion s'accomplit aux nités des conduits glandulaires, dans les grains (*acini*) dont on admettait si nétiquement l'existence. C'est là une grande erreur, comme l'a fait voir Weber ; car les *acini*, en tant que vésicules creuses, ainsi que le veut le ropre du mot, n'existent que dans un très petit nombre de glandes com- . Le sperme est sécrété dans toute la longueur des canalicules séminifères. r que certains principes du sang puissent passer des réseaux capillaires sur ace des membranes et dans l'intérieur des conduits des glandes, il faut que ois animales soient perméables aux liquides. J'ai discuté précédemment 9) cette propriété physique dont les tissus animaux sont doués, même à le mort. Lorsqu'on injecte les vaisseaux sanguins avec des matières colo- suspendues dans un véhicule aqueux ayant de l'affinité pour le liquide des nimaux, par exemple, une dissolution de colle, la partie aqueuse de l'injec- inte à la surface des membranes, tandis que les molécules colorantes dans les capillaires (1). Les vaisseaux *exhalants* n'ont été imaginés par les physiologistes que parce qu'on ne connaissait pas la propriété dont jouis-

(1) ASCAGNI, *Nova per poros inorganicos secretionum theoria*, Rome, 1793.

sent les tissus animaux de s'imbiber de tous les liquides ayant de l'affinité avec leur eau propre, et de les transmettre à d'autres parties.

Mais on n'explique point encore par là quelle est la force en vertu de laquelle le produit de la sécrétion, de la transformation chimique, est rejeté par la surface sécrétante : on ne fait qu'établir la possibilité de la pénétration. Cet épanchement, qui est si abondant dans certaines sécrétions, ne peut pas plus que beaucoup d'autres phénomènes, être mis sérieusement sous la dépendance de la force du cœur et de l'impulsion du sang. Une explication aussi mécanique ne suffirait pas. Outre qu'on ne pourrait l'appliquer aux sécrétions des végétaux, elle ne ferait pas non plus concevoir comment la sécrétion augmente par l'effet d'irritations spécifiques locales, sans que le cœur y prenne aucune part. On se demande, en outre, pourquoi le liquide qui a subi un changement particulier ne s'épanche que d'un côté, et pourquoi le mucus ne coule pas tout aussi aisément entre les tuniques du canal intestinal qu'à la surface de la tunique interne; pourquoi la bile contenue dans les conduits biliaires n'a pas la même facilité à se porter vers la surface du foie qu'à suivre le trajet de ces canaux; pourquoi le sperme ne coule qu'à la surface interne des conduits séminifères, et ne se fraie pas une voie vers leur surface externe, dans les intervalles qui les séparent les uns des autres.

Évidemment la force qui détermine l'élimination du produit sécrétoire est la même que celle qui préside à la réception des liquides dans les commencements des vaisseaux lymphatiques. Un fait surprenant, c'est que les deux phénomènes ont souvent lieu dans les divers tissus d'une même membrane, que, par exemple, les follicules des membranes muqueuses, qui rejettent une sécrétion au dehors, sont enveloppés par des réseaux de lymphatiques, qui attirent et absorbent.

Wollaston admet qu'une action électrique se passe dans le travail des sécrétions. Il prit un tube de verre long de deux pouces, sur neuf lignes de diamètre, à l'une des extrémités duquel il lia une vessie ; puis il y versa de l'eau tenant en solution un deux cent quarantième de sel commun. La vessie fut humectée en dehors, et posée sur une lame d'argent. Alors on mit un fil de zinc en contact, par l'un de ses bouts avec l'argent, par l'autre avec le liquide. De la soude pure parut à la surface externe de la vessie. En répétant l'expérience, Eberle n'a réussi qu'au moyen d'une forte action galvanique (1).

Les recherches qu'on a faites sur l'action dont jouissent les cellules ont donné une direction nouvelle et plus féconde à celles qui ont la sécrétion pour objet. Les cellules adipeuses, les vésicules de Graaf, nous montrent des cellules qui fabriquent leur contenu et l'amassent dans leur intérieur. On trouve des cellules dans les organes sécrétoires; mais la membrane propre des glandes peut être considérée comme provenant de cellules, et elle en doit posséder encore les propriétés. Du reste, pour ce qui concerne la part que les cellules prennent à la sécrétion, il y a plusieurs cas, qu'on doit bien distinguer les uns des autres.

1° La sécrétion s'accomplit par épanchement, sur la surface interne des follicules glandulaires, d'un cytoblastème dans lequel se forment des cellules, qui, exerçant sur lui une action métabolique, lui font subir une métamorphose, produisent un contenu particulier dans leur propre intérieur, se dissolvent et

(1) *Physiologie der Verdauung*, p. 137.

laissent ainsi leur contenu en liberté sous forme de sécrétion. C'est de la sorte : s'opère la sécrétion du sperme; car, d'après la découverte de R. Wagner, les rmatozoïdes se forment, à l'intérieur des canalicules séminifères, dans des cel- s libres, dont une seule en renferme plusieurs, qui deviennent libres par sa solution (1). Le fait a été constaté par Valentin, Siebold, Hallmann, Kœlliker, odsir et autres. Ces cellules à spermatozoïdes paraissent être différentes des lules épithéliales des conduits séminifères. Chez la plupart des animaux, elles se ment dans tous les points de l'étendue des conduits; mais, d'après les recher- s de Hallmann (2), c'est seulement, chez les raies, dans les vésicules terminales 'elles se produisent, vésicules qui elles-mêmes sont d'abord des cellules closes, qui, en cette qualité, sont implantées sur les conduits séminifères, comme sur s pédicules. La plupart des observateurs ont vu les nombreux spermatozoïdes fermés dans une cellule. Kœlliker a observé, chez le cochon d'Inde et la souris, e chacun de ces filaments se formait dans une cellule à lui propre, mais de telle te qu'une cellule plus grande en renfermait d'autres plus petites, dont chacune tenait son spermatozoïde (3). La manière dont la semence des raies et des ales se développe et s'épanche des cellules présente un grand intérêt. Les vési- les terminales closes des testicules sont ici suspendues aux conduits séminifères : des pédicules, ainsi que Hallmann l'a reconnu chez les raies, et Goodsir chez *qualus cornubicus*. Hallmann a vu dans leur intérieur, tantôt des noyaux, tôt de jeunes cellules, et les plus grosses lui ont offert des cellules qui conte- nt des spermatozoïdes. Suivant Goodsir (4), les vésicules terminales se forment i d'une cellule à noyau, qui est d'abord appliquée au côté externe du canal. Ce nd degré de développement est une cellule plus avancée, qui contient plusieurs es cellules. A un degré plus avancé, le point d'insertion de la cellule s'est gé en un pédoncule dont la cavité communique avec le tronc; mais la cellule -même est encore close et pleine de cellules à noyau. Ces dernières développent ur tour de jeunes cellules dans leur intérieur, et s'allongent en forme de cy- bres, dans lesquels on reconnaît plus tard les spermatozoïdes roulés en tire- chons. Les cellules-mères s'ouvrent à l'endroit où elles tiennent aux conduits inifères, dans lesquels s'épanche ainsi leur contenu.

i, dans le testicule, le développement endogène des cellules, et la mise en té du contenu de ces dernières par la fonte de leurs parois, sont la cause de la étion, il en est de même chez ceux d'entre les poissons qui n'ont pas de con- s séminifères, et dont la liqueur spermatique coule dans la cavité abdominale déhiscence de cellules. Maintenant, on se demande jusqu'à quel point la pro- ion endogène de cellules et la fonte de ces dernières prennent part à la sécré- dans d'autres glandes. La question peut aussi être posée en ces termes : Les les endogènes dans d'autres glandes renferment-elles la sécrétion en elles- es, tant qu'elles sont encore à leur état primitif, c'est-à-dire closes de toutes

) MUELLER'S *Archiv*, 1836, p. 225.
) MUELLER'S *Archiv*, 1840, p. 466.
) KOELLIKER, *Beitræge zur Kenntniss der Geschlechtsverhæltnisse und der Saamenfluessig-* Berlin, 1841, p. 56.
) *Trans. of the Soc. of Edinb.*, vol. XV, p. 2.

parts? Suivant Hallmann (1), la plupart des cellules à noyau du foie sont transparentes; elles contiennent de très petites granulations et de petites gouttelettes de graisse; parmi ces cellules transparentes, on en découvre d'autres éparses, qui sont opaques, jaunes, ou d'un jaune brunâtre, et cela dans les foies sains; ici l'on peut distinguer la membrane pariétale du contenu coloré. Henle (2) attribue aux cellules du foie un rôle essentiel dans la sécrétion de la bile : A la vérité, dit-il, on ne peut pas prouver qu'elles contiennent un liquide, et que leur contenu soit de la bile : cependant l'analogie permet d'admettre le premier de ces deux points, et la couleur donne de la vraisemblance au second (3). La résolution des cellules endogènes mûres en sécrétion a lieu, suivant lui (4), dans les testicules, les glandes cérumineuses, et peut-être aussi dans les glandes mammaires; à la vérité, ces cellules sortent encore entières des glandes qui fournissent le suc gastrique, et, conjointement avec une substance visqueuse qu'elles accompagnent, forment un enduit à la membrane muqueuse de l'estomac; mais elles se dissolvent en grande partie pendant le travail de la digestion, de sorte qu'il ne reste que les noyaux. Henle n'a pu arriver à rien de positif pour ce qui regarde les autres glandes. Valentin est indécis aussi à l'égard de la manière dont les cellules endogènes prennent part à la sécrétion, et propose plusieurs hypothèses (5).

Goodsir s'est beaucoup occupé de ce sujet, et il a fondé une théorie de la sécrétion sur la triple base du mode de formation des cellules, de leur action métabolique, et de leur résolution en sécrétion (6). Il a trouvé la bile du foie des mollusques et des crustacés dans l'intérieur des cellules à noyau de cet organe, la face interne de la bourse à encre du *Loligo sagittata* lui a offert des cellules du même genre, qui étaient pleines de liqueur noire. Les parties qui sécrètent la pourpre, dans la *Janthina fragilis*, se composent de cellules pleines de cette matière colorante. Les vésicules terminales des glandes mammaires contiennent une masse de cellules à noyau, renfermant un liquide dans lequel nagent un, deux, trois, ou un plus grand nombre de globules d'huile, parfaitement semblables à ceux du lait.

Si cette théorie est applicable au foie des animaux supérieurs, on peut concevoir deux cas : ou les cellules hépatiques, groupées soit en séries, soit en cylindres, sont les germes des canalicules biliaires, qui se confondent en de véritables tubes, et laissent ainsi leur contenu devenir libre; ou elles se trouvent d'abord contenues dans des tubes d'une membrane propre, qui correspondent à leurs séries ou cylindres, et elles se forment dans l'intérieur de ces tubes, comme les cellules des spermatozoïdes dans les conduits séminifères, pour se résoudre successivement en bile.

2° Quoique cette manière d'envisager la sécrétion soit certainement exacte dans beaucoup de cas, on ne peut cependant la faire servir à tous : la théorie et l'[illegible]

(1) *De cirrhosi hepatis*, Berlin, 1839, p. 22.

(2) *Anat. génér.*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1843, t. II, p. 483.

(3) Je vois, dans l'état sain, les cellules du foie transparentes, avec une teinte [illegible] jaunâtre, qui correspond à la couleur de la substance hépatique, dont elles sont la cause. [illegible] un foie malade, jaune, verdâtre, toutes les cellules étaient pleines d'un contenu vert, ce [illegible] n'ai encore observé jusqu'ici qu'une seule fois.

(4) *Loc. cit.*, t. II, p. 560.

(5) R. Wagner, *Handwœrterbuch der Physiologie*, art. *Absonderung*.

(6) *Trans. of Edinb.*, vol. XV, p. 2, 1842.

pposent. Car elle suppose toujours l'exhalation sur la paroi interne des andulaires d'un liquide plastique destiné à produire des cellules, c'est-à- :ytoblastème : or, on peut concevoir une sécrétion qui serait composée 'une exhalation liquide et en partie de cellules détachées du corps, mais tes. Ce mode de sécrétion est un fait fondamental dans la sécrétion du es glandes simples en offrent aussi de nombreux exemples, d'après les is de Henle : telles sont surtout les glandes mucipares et celles du suc dont la sécrétion se compose en partie de cellules. Sans doute, ces cel- iées du corps, se rapprochent de la sécrétion des épithéliums, et il y a de itre le travail de leur élimination et celui de la desquamation de ces théliums; mais ces cellules possédaient aussi une action métabolique, et ouvent produit un contenu particulier, qui s'échappe avec elles, étant ans leur intérieur : telles sont les vésicules adipeuses, que Henle a trou- :ertaines sécrétions (1), cellules dans lesquelles la graisse est déposée en ; distinctes.

;ard des cellules qui, sous forme d'épithéliums ou d'autres cellules endo- culières, restent longtemps en conflit avec les parois internes des cana- dulaires, on peut supposer qu'en vertu des propriétés généralement dé- cellules, elles exercent une attraction qui provoque à l'exhalation d'une iquide et aux métamorphoses de ce liquide, soit parce qu'elles agis- oliquement sur le liquide qui les entoure, soit que, sans se dissoudre 's, elles ne fassent qu'exhaler ce qu'elles ont admis et transformé dans :ur (Purkinje, Henle, Valentin). Cette hypothèse se présente surtout à md il est question des glandes qui servent plutôt à séparer certains prin- ituants du sang, qu'à en produire de particuliers, comme les conduits

il y a des raisons de croire que les capillaires sanguins qui pendent, sous ses, dans les capsules des conduits urinifères, sont appelés, indépendam- :ellules, à exhaler certains éléments du sang, tout comme les mêmes n trouve dans le placenta y jouent le rôle d'organes absorbants.

ctères particuliers et les différences des sécrétions ne dépendent d'au- extérieure et mécanique. On a voulu les attribuer à la vitesse différente ns divers organes; mais il aurait fallu commencer par prouver cette di- ritesse. On les a fait dépendre de l'état des vaisseaux sanguins et des ceux-ci font en se divisant; mais les vaisseaux sanguins se comportent ière uniforme dans la plupart des organes; ce sont des capillaires ana- ı réseaux ou en arcades. Enfin on a allégué la différence des extrémités , mais ces extrémités n'existent pas; ou bien celle du diamètre des canaux s, mais les sécrétions les plus diversifiées et les plus spéciales s'accomplis- s membranes planes. Toutes ces particularités, sur lesquelles Haller s'est rop étendu, n'expliqueraient rien, fussent-elles même réelles : ce sont ents insuffisants, et qui ont besoin eux-mêmes de preuve. D'ailleurs, e serait-il pas facile de renverser toutes ces théories mécaniques par une tion : Pourquoi se produit-il là un cerveau, ici des muscles, ailleurs des

:it., p. 520.

os ? Le cerveau doit-il aussi naissance au degré d'ouverture de l'angle sous lequel s'opère la division des vaisseaux ?

La specialité des sécrétions ne dépend pas non plus de la structure intime des glandes ; car le même produit sécrétoire est fourni, dans la série animale, par des organes dont la structure diffère au plus haut degré, ainsi que je l'ai suffisamment démontré. Qu'on pense aux glandes salivaires des oiseaux et des mammifères, au foie des crustacés, des mollusques et des mammifères, à la diversité extraordinaire de la structure des testicules, à celle de la glande lacrymale chez les tortues, les oiseaux et les mammifères. D'un autre côté, les sécrétions les plus différentes sont accomplies par des glandes dont la structure est la même : les canaux corticaux des reins ne diffèrent des conduits séminifères que par leur ténuité plus grande; les glandes mammaires, salivaires et lacrymales sont construites absolument sur le même type.

La nature des sécrétions dépend donc uniquement du caractère spécifique de la substance organique vivante qui forme les conduits sécrétoires internes des glandes, et qui peut rester la même quoique ces conduits soient construits sur des plans différents, comme aussi varier beaucoup quoique leur structure soit identique. La diversité des sécrétions tient donc à la même cause que celle de la conformation et de la vie dans les organes en général : il n'y a qu'une seule différence, c'est que, dans un cas, le sang métamorphosé s'incorpore à l'organe, tandis que, dans l'autre, il dépasse les limites de cet organe, et apparaît au dehors sous la forme de sécrétion.

Dans ces derniers temps, plusieurs chimistes, et surtout Chevreul, ont soutenu que les sécrétions s'accomplissent sans métamorphose, que le sang contient déjà toutes les substances qu'on y trouve, mais que les organes auxquels elles sont confiées ont la faculté d'exercer de préférence leur attraction sur tel ou tel principe constituant de ce liquide. Gmelin cite pour preuve que les sels du sang et [illegible] des sécrétions sont à peu près les mêmes, et qu'on a déjà retrouvé dans le [illegible] beaucoup de substances qu'autrefois on croyait n'exister que dans les sécrétions, comme la ptyaline, la caséine, la cholestérine, la margarine, l'huile, l'[illegible] oléique. Cette hypothèse me paraît manquer d'exactitude lorsqu'on veut lui [illegible] tant d'extension. Ni le mucus, ni la matière biliaire, ni le sperme, ni les [illegible] ne se rencontrent dans le sang. J'ai déjà dit qu'après avoir extirpé le foie, chez les grenouilles, on ne trouve pas de bile dans ce dernier liquide. Nul doute que [illegible] véritables sécrétions ne soient formées par les organes sécrétoires eux-mêmes, [illegible] dépens de parties constituantes plus simples du sang, comme on est certain [illegible] sont les solides organiques.

Les opérations chimiques qui s'accomplissent dans les organes sécrétoires [illegible] de deux sortes : d'un côté, nutrition des particules sécrétoires de ces organes, [illegible] mation de nouvelles cellules et accroissement de ces cellules; de l'autre, [illegible] d'un produit hétérologue aux parois des cellules et aux conduits des glandes, [illegible] duit qui tantôt apparaît d'abord renfermé dans l'intérieur de cellules closes, [illegible] est formé par les parois des canaux glandulaires, à l'équivalent de cellules, [illegible] s'épanche dans la cavité de ces conduits. Dans les deux cas, ce qui sécrète [illegible] chimiquement de ce qui est sécrété. La substance glandulaire consiste généralement en une albumine non coagulée, qui, après avoir été comminuée, se [illegible]

ément dans l'eau. Berzelius, en analysant la substance rénale, n'y a pas trouvé principe constituant qui caractérise l'urine, c'est-à-dire l'urée (1). Celle du foie ntient bien des matières grasses qu'on rencontre aussi dans la bile, et elle se ivertit aisément en graisse par l'effet de la maladie, mais on n'en a pas encore rait les matériaux essentiels de la bile. Braconnot (2) a trouvé, dans 81 pour 100 parties solubles du foie, 6 de matière pauvre en azote, 20 d'albumine, et 4 d'une isse oléagineuse particulière, très chargée de phosphore. Kuehn (3) a extrait foie une graisse qui différait positivement de la cholestérine. On ne doit pas rdre de vue qu'il est presque impossible d'analyser la substance hépatique déillée de bile. Que les cellules prennent part à la sécrétion, et que, dans cerns organes sécrétoires, elles renferment d'abord dans leur intérieur le produit quel elles ont donné naissance, ce fait n'altère en rien la vérité de l'axiome qu'il a une différence entre le corps sécrété et le corps sécrétant; car, dans beaucoup cas, et peut-être dans tous, le contenu des cellules est hétérogène à leur memme, et il suffit ici de citer en preuve les cellules adipeuses.

Il est donc certain que la sécrétion ne saurait être expliquée par une simple idification des molécules déjà existantes des organes sécrétoires, et qu'au conire les parois sécrétantes, en même temps qu'elles attirent à elles des parties ilaires dont elles se nourrissent, en éliminent d'autres qui sont dissimilaires.

Dans la nutrition d'autres organes non sécrétoires, l'organe attire les parties conuantes de chaque molécule du sang qui ont de l'affinité avec lui, et renvoie au ent de la circulation celles qui lui sont hétérogènes : dans la sécrétion, ces deres sont ou déposées dans des cellules, ou chassées au dehors.

On pourrait maintenant se figurer que, quand une molécule de sang vient à être omposée par un organe sécrétoire, la décomposition est si complète que ce qui e dans l'organe pour servir à sa nutrition, et ce qui est expulsé pour constituer écrétion, reproduiraient du sang si l'on parvenait à les réunir ensemble. Exprias la molécule du sang par a, la molécule de matière de l'organe sécrétoire x; la sécrétion serait, d'après cela, a-x.

Cette hypothèse, que j'avais proposée avec doute dans la première édition de mon nuel, a été adoptée par plusieurs personnes, sans que, pour cela, elle ait acquis s de vraisemblance.

Il est à présumer, sans qu'on puisse le démontrer, que le produit sécrétoire se fectionne de plus en plus en parcourant la longueur, souvent très considérable, canalicules glandulaires. Du moins, le fait est-il probable en ce qui concerne canaux urinifères, puisqu'il existe déjà un appareil particulier de sécrétion dans extrémités de ces conduits ou leurs capsules.

La composition chimique des divers liquides sécrétoires a offert jusqu'ici fort d'intérêt à la physiologie de la sécrétion en général, et elle n'a d'importance eu égard aux fonctions dans lesquelles ces liquides peuvent être appelés à jouer rôle : c'est pourquoi l'histoire des sécrétions particulières doit être traitée dans ers chapitres. J'ai parlé, à l'occasion des membranes sécrétantes, des sécrétions on rencontre à peu près partout, comme la graisse, le mucus, la sérosité, la synovie.

(1) *Traité de chimie*, t. VII, p. 388.
(2) *Ann. de chim.*, t. X, p. 189.
(3) KASTNER's *Archiv*, t. XIII, p. 337.

Quant à la bile, à la salive, au suc gastrique et au suc pancréatique, je les examinerai à l'article de la digestion ; l'urine et la sueur entreront dans celui des excrétions ; le sperme et le lait dans celui de la génération.

Influence des nerfs sur la sécrétion.

Il n'a encore été tenté qu'un petit nombre d'expériences directes ayant pour but de faire connaître l'influence que les nerfs exercent sur la sécrétion : cependant on sait que la sécrétion du suc gastrique cesse après la section de la paire vague (1). Brodie a fait voir (2), par une série d'expériences, qu'après cette opération l'arsenic ne produit pas, dans l'estomac et le canal intestinal, l'abondante sécrétion qu'il a coutume de provoquer. Du reste, la section du nerf de la huitième paire change la sécrétion de la membrane muqueuse pulmonaire, et on doit attribuer à ce changement les exsudations de sang écumeux qu'on observe alors (3).

Krimer a fait des expériences au sujet de l'influence que le système nerveux exerce sur la sécrétion urinaire, influence que démontre en général un phénomène très ordinaire dans les affections nerveuses, où les urines deviennent claires comme de l'eau et sont très peu chargées de leurs principes constituants ordinaires. Il dit avoir pratiqué la section des nerfs qui se rendent aux reins, et avoir analysé ensuite l'urine, dans laquelle l'albumine et la matière colorante s'étaient accrues proportionnellement à la diminution des matériaux caractéristiques de ce liquide. Il

(1) Tiedemann et Gmelin, *Recherches expérimentales sur la digestion*, Paris, 1827, t. par A.-J.-L. Jourdan, t. II, p. 372.

(2) *Philos. trans.*, 1814, p. 104. — *Comp.* Reid, *Edinb. med. and surg. Journal*, t. p. 322.

(3) Comme l'a dit Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, t. II, p. 301), si l'engorgement sanguin et l'épanchement muqueux, qui ont pour effet d'empêcher l'air de pénétrer des vésicules pulmonaires, se montraient aussitôt après la section de la paire vague, l'asphyxie la mort surviendraient dès les premiers instants. Or, il a, comme Blainville, Provençal, sat, Sédillot, etc., rencontré plusieurs cas dans lesquels les désordres matériels des étaient loin d'être assez considérables pour déterminer la mort, survenue au bout de trente heures, malgré la trachéotomie. L'épanchement ne dépend donc pas directement section des nerfs vagues. Après l'opération, le poumon s'engorge, d'après Longet, par défaut d'un entier renouvellement d'air respirable, qu'entraîne la paralysie de la couche leuse des bronches. Dans les organes respiratoires, comme partout où le cours du sang trové, de la sérosité s'exhale consécutivement à la gêne de la circulation et à la congestion qui en résulte, et le fluide séreux se convertit bientôt en écume, par son mélange avec inspiré. Quant à la sécrétion de la membrane muqueuse elle-même, si elle persiste, c'est ne dépend pas de l'action de la paire vague, mais de celle du grand sympathique, et, s'accumule, c'est, d'un côté, parce que la présence du mucus, n'étant plus sentie, ne peut provoquer la toux excréative, et d'un autre côté que, fût-elle même sentie encore, la saurait avoir lieu, à cause de l'impossibilité dans laquelle la tunique contractile des trouve de réagir, puisqu'elle est frappée de paralysie. Quant à l'assertion que la sécrétion gastrique *cesse* après la section de la paire vague, Longet a constaté par des expériences *cit.*, p. 332) que le papier de tournesol, appliqué à la surface interne de l'estomac, rougit manière sensible, et que, par conséquent, la sécrétion d'un suc acide continue : seulement moins abondante, ce que Longet attribue à ce que, si la paire vague n'influence pas directement cette sécrétion, elle contribue du moins à la favoriser et à la rendre plus abondante.

(*N. du trad.*)

joute que l'urine devient claire et limpide après la section de la moelle épinière ux régions dorsale et lombaire ; que la section du grand nerf sympathique au cou rendit alcaline et albumineuse, mais que l'action de la pile voltaïque la rétablit ans sa composition normale (1). Brachet a fait des observations analogues, en iterrompant le cours de l'influence nerveuse dans les nerfs rénaux : il incisa l'ar- :re rénale d'un chien entre deux ligatures, introduisit les deux extrémités d'un etit tube à manche à travers l'incision, serra les deux ligatures sur ce tube, et fit la ection complète du vaisseau, de manière à ne laisser subsister aucun filet nerveux ; liquide amassé dans la vessie, pendant les quatre heures que vécut l'animal, était ouge ; il se comportait comme du sang pur, et se partageait en deux parties, un aillot et un sérum abondant (2). L'expérience, répétée une seconde fois, donna même résultat, tandis que la section de la paire vague n'influa point sur la sécré- ion urinaire.

J'ai fait une série d'expériences à ce sujet avec Peipers (3). Nous liâmes les aisseaux rénaux, en ménageant les uretères, sur des brebis et des chiens, assez lidement pour causer la mortification des nerfs compris dans la ligature ; ensuite ous détachâmes celle-ci, afin que la circulation pût se rétablir. L'uretère fut dirigé dehors, et on y attacha un petit tube. La plupart du temps, il ne se sécréta plus 'urine, même chez une brebis à laquelle on avait pratiqué aussi l'opération de utre côté, mais en laissant la ligature, afin que le rein ne pût pas sécréter. Il y eut qu'un seul cas (brebis) dans lequel la sécrétion continua : elle devint san- inolente, et Wittstock y trouva de l'acide urobenzoïque, indépendamment des incipes constituants du sang. Un fait remarquable, c'est que, dans ces expé- nces, qui furent répétées un grand nombre de fois, le tissu des reins ne man- jamais de se ramollir après la mortification des nerfs. Valentin a trouvé, ns les mêmes circonstances, les reins non pas ramollis, mais seulement un peu iques (4).

L'influence des nerfs pourrait être différente dans chaque glande ; mais il paraît s probable qu'elle est la même dans toutes, et qu'elle n'a d'autre rôle que de lciter la substance glandulaire à mettre en exercice les propriétés spécifiques qui distinguent. L'expérience journalière fournit des preuves nombreuses de cette luence des nerfs sur les sécrétions. On sait que la diminution de l'influence ner- use, pendant la période de froid des fièvres, non seulement diminue toutes les crétions, mais encore les rend moins chargées de leurs principes naturels, et elles se rétablissent au retour de la turgescence. On sait aussi que la sécheresse membranes muqueuses et de la peau est souvent un signe de diminution de fluence nerveuse dans les maladies aiguës. On n'ignore pas non plus que les ssions influent sur les sécrétions, par exemple sur celle des larmes, de la bile, du ; que même les émotions ont une grande influence sur la nature de la sécrétion rulente et sur l'état des plaies. On a même prétendu que chez une jument simple vue de son poulain activait la sécrétion du lait. Sans attacher aucune portance à tout ce qu'on débite touchant l'action vénéneuse de la salive des ani-

(1) *Voy.* Lund, *Physiologische Resultate der Vivisectionen.* 1825, p. 204.
(2) *Rech. exp. sur les fonct. du syst. nerv. ganglionn.*, Paris, 1837, p. 278.
(3) Peipers, *De nervorum in secretiones actione.* Berlin, 1834.
(4) *De functionibus nervorum*, Berne, 1839, p. 149.

maux irrités, puisque les phénomènes qui ont lieu en pareil cas ne sont pe
que ceux des morsures en général, cependant il est notoire et hors de dou
la sécrétion salivaire augmente non seulement par la présence des aliments
bouche, mais encore à la simple pensée d'un mets appétissant. S'il était p
de supprimer entièrement l'influence des nerfs d'un organe sécrétoire, pe
trouverait-on toujours, comme il arrive pour le suc gastrique après la sec
la paire vague, que le fluide particulier qu'il est appelé à sécréter ne se pro
plus alors. Je suis fort éloigné de croire que l'action chimico-vivante de la sub
glandulaire ne joue pas un rôle tout aussi important dans le travail de la sécr
mais cette action, qui varie dans chaque glande, ne peut probablement su
qu'à la faveur de l'influence nerveuse (1).

Les nerfs cérébro-rachidiens et les nerfs sympathiques paraissent être égal
aptes à servir de régulateurs aux sécrétions. On sait que le nerf lingual s
tribue dans les glandes sous-maxillaire et sub-linguale, le glosso-pharyngien

(1) Une nouvelle preuve de l'influence du système nerveux sur les sécrétions vient
fournie par des expériences très importantes de M. Cl. Bernard. Après la section des pédo
cérébelleux moyens, l'urine change de composition et renferme alors d'une manière très év
de l'albumine et du sucre (de la deuxième espèce, glucose). Il a fait à ce sujet quatre
riences sur des lapins qui, avant l'expérience, présentaient leur urine alcaline, trouble,
dépourvue d'albumine et de sucre. Sur chacun de ces lapins il a coupé le pédoncule céré
droit en arrière de l'origine de la cinquième paire, et l'animal a été pris aussitôt de rotati
même côté. Chez les quatre lapins, une heure et demie après le commencement du tournoi
convulsif (résultat de la section du pédoncule cérébelleux), l'urine a commencé à devenir
neutre, puis acide, claire et ambrée, et alors elle contenait déjà nettement de l'albumine
sucre. La quantité de ces deux derniers principes a augmenté ensuite jusqu'à la mort de
nimal, qui a lieu en général vingt-quatre à trente-six heures après la section des pédo
(*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, p. 14). Dans une autre communi
(*ib.*, p. 60), M. Bernard annonça qu'il avait répété l'expérience sur un chien et qu'elle
complétement réussi. Les urines examinées avant l'expérience étaient sans sucre; vingt mi
après la piqûre, elles en contenaient d'une manière notable. M. Bernard (*De l'influence du
tème nerveux sur la composition des urines*, Comptes rendus de l'Acad. des sciences, t. XI
p. 393) s'exprime ainsi : « Le procédé expérimental que je mettais alors en usage produisai
mutilation considérable et des désordres de sensibilité et de mouvements (convulsions) qui
promettaient la vie de l'animal. Souvent j'ai vu dans ces circonstances l'apparence des
changer complétement. Si elles étaient troubles et alcalines avant l'expérience, elles dev
bientôt après claires, acides et sucrées. D'autres fois elles contenaient des quantités
d'albumine. Aujourd'hui je produis une lésion beaucoup plus limitée, et la matière su
manifeste dans l'urine sans que cette sécrétion soit modifiée dans sa réaction. Seulem
quantité des urines augmente en général, et ordinairement les phosphates disparaissent p
complétement de cette sécrétion pendant tout le temps que le sucre s'y rencontre. J'ajo
encore que les animaux présentent souvent en même temps un léger abaissement de tempé
et une très grande irritabilité. Ces modifications variées qu'on produit dans la composi
urines par rapport au sucre, aux phosphates, à l'albumine et à la réaction acide, dép
sans aucun doute de l'état complexe de la lésion qu'on détermine dans ces divers c
pressent dès lors qu'on pourrait peut-être faire apparaître ces modifications isolément, si
tait la lésion au point du système nerveux qui leur correspond exactement. » A la vue d
faits si curieux, l'esprit est aussi reporté vers le diabète sucré. C'est un résultat de l'expé
clinique que le diabète sucré se manifeste particulièrement chez des personnes dont le sy
nerveux est facilement excitable et a été beaucoup excité. Et voilà qu'un explorateur h
montre qu'en lésant un point du système nerveux, on peut produire chez des animaux un di
sucré. É. L.

amygdales, et une branche du tibial dans l'articulation du genou. Le fait le is remarquable, c'est que la glande mammaire de la femme ne tire pas ses rfs directement du grand sympathique, mais seulement du troisième et du quaème thoracique. Cependant les nerfs cérébro-rachidiens sont accompagnés de res du grand sympathique, comme Retzius l'a fait voir, au moins pour la conde branche du trijumeau chez les animaux, et, comme on peut s'en conincre, chez ces derniers, d'après les nombreux nerfs gris qui se rendent du nglion otique au nerf buccinateur (1).

Après les paralysies d'un seul côté du cerveau et de la moelle épinière, tantôt la crétion cutanée change du côté malade et tantôt elle ne subit aucun changement.

Changements de la sécrétion.

Des causes, tant locales que générales, peuvent faire changer la sécrétion.

L'état d'un organe sécrétoire modifie non seulement la quantité, mais encore qualité de la sécrétion. Le mucus n'est pas le même à toutes les époques du ryza; d'abord aqueux et salé, il acquiert plus tard de la consistance. L'inflamation supprime en général la sécrétion propre de chaque organe sécrétoire, mme elle fait cesser la fonction dans tout autre organe quelconque. Les organes crétoires se comportent d'une manière particulière à l'égard des irritants. Ceux-i augmentent d'abord la sécrétion, qui diminue ensuite à mesure que l'irritation it place à l'inflammation. Dans l'état de relâchement, avec ramollissement, des ganes sécrétoires, les sécrétions deviennent généralement plus abondantes, mais ssi moins consistantes; lorsque le relâchement s'accompagne, au contraire, une condensation du tissu, elles diminuent. Ces phénomènes se répètent partout, la membrane pituitaire, à la conjonctive, à la peau. On les observe dans les sécrétions morbides, comme dans les sécrétions naturelles; un ulcère irrité sécrète vantage de pus, et l'accroissement de l'irritation supprime la sécrétion; l'ulcère lâché, dont les parois sont ramollies, fournit un ichor aqueux, abondant; celui i est relâché, avec condensation de son tissu par des produits d'inflammation, crète peu.

La diminution de l'influence nerveuse diminue les principes constituants natuls d'un organe sécrétoire; l'urine devient limpide dans les affections nerveuses, peau sèche dans les fièvres où l'action du système nerveux a perdu de son ergie, et pendant la période de froid des fièvres intermittentes. Mais un fait gmatique, c'est qu'une diminution bien plus considérable de cette influence, e que celle qui a lieu dans la syncope, puisse déterminer un accroissement nsidérable des sécrétions, comme dans la sueur froide ou la diarrhée causée par frayeur. Les changements que les sécrétions subissent, eu égard à leurs qualités, suite de ceux qui surviennent dans l'influence nerveuse, sont moins connus point de vue chimique qu'en raison des effets nuisibles que déterminent alors produits, par exemple, le lait et la bile après les passions.

Comme toutes les sécrétions agissent sur la composition du sang, en soustrayant taines matériaux à ce liquide, aucune ne peut changer sans que l'équilibre qui

(1) *Comp.* Bidder et Volkmann, *Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems.* pzick, 1842.

existait entre elles, eu égard à leur influence sur le sang, soit troublé; de là vient que l'accroissement d'une sécrétion entraîne la diminution d'une autre, phénomène auquel on donne le nom d'antagonisme des sécrétions. C'est sur lui que repose la méthode de provoquer artificiellement certaines sécrétions pour en faire cesser d'autres qui ont un caractère morbide. Voici quelles sont les lois qui le régissent :

1° L'augmentation d'une sécrétion dans un tissu qui est moins irritable que tel ou tel autre organe, ne peut pas diminuer par antagonisme celle qui a lieu dans ce dernier ; ainsi, les sécrétions cutanées que l'art provoque au voisinage de l'œil dans les ophthalmies, par exemple au moyen de vésicatoires, demeurent sans effet, attendu que l'œil est plus irritable que la peau.

2° La sécrétion accrue dans un certain tissu ne peut pas être diminuée par la provocation de la même sécrétion dans une autre partie de ce tissu : c'est au contraire là un moyen de l'augmenter dans toutes les parties de celui-ci, parce qu'il y a sympathie, et non pas antagonisme, entre les diverses parties d'un même tissu. Une blennorrhée des organes génitaux ou des voies urinaires ne peut donc pas être guérie par antagonisme, au moyen d'une diarrhée que l'on excite.

3° Au contraire, il y a souvent antagonisme de sécrétion entre des tissus qui n'appartiennent pas à une même classe. Ainsi, augmenter la sécrétion de la peau fait diminuer la quantité de l'eau dans celle des reins. En été, la transpiration cutanée est plus abondante, et la sécrétion rénale proportionnellement plus rare. Quand les liquides se déposent dans le tissu cellulaire et les membranes séreuses, la peau devient aride et l'urine rare, et le flux de cette dernière est en raison directe de la diminution du gonflement hydropique. La suppression de l'exhalation cutanée, par l'effet d'un refroidissement, suscite des flux muqueux dans les poumons et le canal intestinal.

4° La fin des maladies colliquatives est le seul cas où les sécrétions cessent de se restreindre mutuellement : toutes, au contraire, finissent par s'accroître en raison de l'atonie des tissus. De là les diarrhées, les sueurs et les hydropisies colliquatives qu'on observe chez les phthisiques peu de temps avant leur mort.

5° Pour que, de deux tissus qui sont en antagonisme, l'un accroisse son action à l'occasion d'une influence exercée sur l'autre, il faut ou que tous deux, à l'état naturel, sécrètent des liquides jusqu'à un certain point semblables, comme la peau et les reins, qui ont pour office d'enlever de l'eau au sang, ou que celui qui redouble d'énergie par le fait de l'antagonisme, y soit déjà prédisposé d'une manière morbide. Ainsi, l'impression du froid détermine une affection de la membrane muqueuse des poumons chez celui qui y était déjà disposé auparavant, tandis que, par la même raison, un autre éprouvera un changement de la sécrétion muqueuse du canal intestinal (1).

Quelquefois la suppression de la sécrétion dans un lieu détermine l'apparition du même liquide dans un autre endroit. Ce phénomène a lieu surtout avec grande facilité lorsqu'il s'agit de liquides sécrétoires qui existent déjà comme dans le sang. On ne peut pas disconvenir qu'il n'y ait des hémorrhagies supplémentaires de la menstruation ; et l'impossibilité dans laquelle l'organisme se trouve, après

(1) *Comp.* Heusinger, *Sur l'antagonisme des excrétions, Zeitschrift fuer organ. Physik*, ...

uction totale des reins, d'expulser par l'urine l'urée déjà existante dans le , fait qu'il peut se manifester sur tous les autres points du corps des excrétions ıi les principes constituants desquels figure cette substance. Nysten (1) a con- l'existence de l'urée dans les liquides vomis par des hommes atteints d'une ation complète d'urine. On sait positivement aujourd'hui qu'il se dépose de ıte sodique dans les tophus arthritiques, et Marchand a trouvé de l'urée dans rosité de certaines hydropisies (2).

lais quand une substance sécrétée n'existe pas déjà toute formée dans le sang, uppression de son élimination, dans l'appareil spécialement destiné à cet office, peut donner lieu, par métastase, à une sécrétion semblable dans d'autres par- . Tout ce qu'on peut dire à ce sujet repose sur de mauvais arguments. Quand a obstacle à l'écoulement de la bile, celle qui s'est déjà produite, et qui vient à absorbée, peut assurément passer dans le sang et se déposer dans d'autres ties. Mais c'est là un tout autre cas, sans analogie avec celui dans lequel un ane sécrétoire a été complétement enlevé : ici, il n'existe plus d'appareil, et, exemple, après l'extirpation des testicules, la formation du sperme devient ossible. L'hypothèse si souvent reproduite, qui veut que toutes les sécrétions cifiques puissent se former aux dépens du sang, même après la destruction de r organe propre, ne repose sur aucun fait ; car les arguments qu'on allègue en veur sont tous tirés, soit de cas où la sécrétion n'était pas abolie dans l'organe itif, mais seulement arrêtée par des obstacles mécaniques, soit de cas où le duit sécrétoire existait déjà tout formé dans le sang. La suppuration est la seule, mi les sécrétions dont les matériaux ne se trouvent pas tous formés dans le , qui puisse se reproduire toujours et dans tous les points, parce que l'inflam- tion reproduit chaque fois l'organe nécessaire à son accomplissement.

Dans tous les cas où, après la suppression totale d'une sécrétion, il s'en établit, antagonisme, une autre dont les matériaux ne peuvent être pris tout formés le sang, la seconde sécrétion diffère absolument de la première, et n'a d'ana- ie avec elle qu'autant que le permettent les matériaux immédiats dont elle-même compose. Ainsi, par exemple, il n'y a point de véritables métastases laiteuses : Henrieth avait déjà remarqué que le produit accidentel différait du lait par ence des principes essentiels de ce dernier, le sucre de lait et le beurre. La rétion qu'on regarde alors comme métastatique se compose seulement de prin- es constituants du sang qui auraient pu être employés à la conversion de celui- en lait, par exemple d'albumine. Je me suis déjà expliqué précédemment au et des métastases purulentes, et des erreurs auxquelles on peut être entraîné qu'on ne connaît pas les phénomènes pathologiques qui s'accomplissent dans cas.

Les canalicules glandulaires sécrètent toujours leurs produits par leur face in- ne ; il n'y a qu'un petit nombre de cas où la matière de formation nouvelle ible repasser tout de suite dans le sang. Tel est celui de la jaunisse qui survient suite des secousses morales.

(1) NYSTEN, *Rech. de chim. et de physiol. pathol.*, 1811, p. 263-293.
(2) MUELLER's *Archiv*, 1837, p. 440.

Évacuation des sécrétions.

Les conduits excréteurs des glandes sont tapissés d'une membrane muqueuse dont la surface externe est entourée d'une couche extrêmement mince de tissu musculaire. On sait que la plupart d'entre eux peuvent se contracter lorsqu'ils viennent à être irrités. Ainsi Rudolphi avait déjà observé la contractilité du canal cholédoque chez les oiseaux. J'ai souvent été témoin de ce phénomène, lorsque, aussitôt après avoir tué un oiseau, je soumettais son canal cholédoque à une irritation mécanique ou galvanique ; la contraction qui s'ensuit est extrêmement forte, et dure plusieurs minutes ; après quoi, le canal reprend les dimensions qu'il avait auparavant. J'ai vu aussi, tant chez les lapins que chez les oiseaux, les uretères éprouver de fortes contractions locales sous l'influence d'une irritation galvanique intense. Tiedemann a également observé des mouvements dans le canal déférent du cheval soumis à l'action d'une cause irritante (1). Il paraît même que les conduits excréteurs sont sujets à des mouvements vermiformes périodiques : du moins ai-je vu, sur un oiseau qui venait d'être mis à mort, le canal cholédoque se contracter à des intervalles de plusieurs minutes, au bout desquels il revenait à son premier diamètre. Ces contractions avaient lieu de bas en haut, c'est-à-dire du canal intestinal vers le foie ; elles jettent donc un grand jour sur la manière dont, à certaines époques, la bile, au lieu de couler par le canal cholédoque, se trouve, au contraire, retenue et poussée dans le diverticule du canal hépatique, c'est-à-dire dans la vésicule biliaire, effet auquel doit contribuer aussi l'occlusion complète de l'orifice du canal cholédoque. Il résulte des expériences de Meyer que la vésicule biliaire possède aussi la propriété de se contracter sous l'influence de l'électricité (2).

La nature de la membrane interne des conduits excréteurs et la contractilité de leur tunique moyenne prouvent évidemment que ces canaux sont de simples diverticules des sacs auxquels ils aboutissent ; le canal cholédoque et le canal pancréatique, en particulier, sont tous deux composés des mêmes couches, qui se continuent avec les tuniques du duodénum.

On ignore encore si les parties élémentaires des glandes, par exemple les canalicules urinifères (3) et séminifères, qui n'ont pas de tunique musculeuse, jouissent de quelque contractilité ; à cet égard, une observation d'Ascherson, qui

(1) *Rech. sur la route que prennent les diverses subst.*, etc., trad. par Heller, 1821.

(2) G.-H. Meyer, *De musculis in ductibus efferentibus glandularum*. Berlin, 1837.

(3) Ludwig (*Beitræge zur Lehre vom Mechanismus der Harnsecretion*. Marbourg, ...) pense que le sang exerce une pression considérable sur les vaisseaux entortillés dans les glomérules des reins, et que cette pression a pour effet d'en exprimer les parties liquides ; mais elles ne sont pas ainsi expulsées en totalité, car certaines parties, l'albumine, par exemple, sont retenues, sans qu'on puisse s'expliquer comment. Le liquide exprimé arrive dans les canalicules urinifères, où il est retenu par l'effet de la capillarité, et à travers les parois desquels il entre en conflit avec le sang, qui, au sortir des glomérules, coule avec plus de lenteur. Là, en vertu de l'endosmose, il s'accomplit un échange de substances solubles, et naturellement le liquide contenu dans les canalicules urinifères doit recevoir plus qu'il ne donne. Plus les canalicules se remplissent, plus les reins se gonflent dans leur capsule. De là résulte une pression qui fait cheminer le liquide dans les canalicules et l'oblige enfin à sortir par les papilles, d'où il ...

microscope, des mouvements spontanés dans les glandes cutanées des grenouilles, mérite d'être prise en considération (1).

C'est à la contractilité des conduits excréteurs qu'il tient que l'excrétion de la [illegible] et des larmes s'effectue souvent d'une manière soudaine. Cet effet de la part des nerfs sur les canaux musculeux doit être distingué de l'accroissement de la sécrétion elle-même, déterminé par l'influence nerveuse dans le cas de pleurs qui se prolongent, ou dans celui de salivation sympathique. Enfin les conduits excréteurs doivent, comme tous les organes musculeux, être sujets à des spasmes [illegible]ides.

Il est certains cas rares où un mouvement vibratile aide à la progression des sécrétions dans les conduits excréteurs. C'est ce qui arrive dans les conduits biliaires des mollusques et les reins des limaçons, suivant Purkinje et Valentin, dans [illegible] du brachiostome d'après les observations de Retzius et les miennes, dans les conduits urinifères des animaux vertébrés, à l'endroit où les capsules des corpuscules de Malpighi se continuent avec ces conduits, selon Bowman.

SECTION IV.

DE LA DIGESTION, DE LA CHYLIFICATION ET DE L'EXCRÉTION.

CHAPITRE PREMIER.

De la digestion en général.

Les animaux se nourrissent de substances animales et de substances végétales. Il en est qui ne vivent que de matières animales, d'autres dont les aliments sont tirés du règne végétal, certains enfin qui font usage des deux sortes de nourriture. A cette dernière classe appartient l'homme, qui, d'après des faits bien connus, et d'après la forme de ses dents, est destiné à suivre un régime mixte, quoiqu'il supporte également bien l'usage exclusif soit des matières animales, soit des substances végétales. Les aliments tirés des deux règnes contiennent les sels ordinaires, qui, par cela même qu'ils entrent, à titre d'éléments essentiels, dans la composition de l'organisme, peuvent être considérés comme nourriture, du moins dans un sens relatif. Aucun animal ne vit de substances purement minérales : cependant il arrive quelquefois à l'homme, par nécessité ou par préjugé, de manger de la terre seule ou mêlée avec des matières organiques ; c'est ce que font les Otomaques et les Guamos des bords de l'Orénoque ; les indigènes de la Nou-

[illegible] entonnoirs, le calice et l'uretère, dont les mouvements péristaltiques le font marcher [illegible] vessie. Civiale (*Traité des mal. des org. génit. urinaires*, Paris, 1850, t. I, p. 48) avait émis, mais plus vaguement, l'opinion que les reins ne sont pas seulement chargés de sécréter l'urine, et qu'ils possèdent en outre une faculté contractile, en vertu de laquelle un mouvement de propulsion est communiqué par eux au liquide, à mesure qu'il se trouve élaboré. (*Note du trad.*)

(1) MUELLER's *Archiv*, 1840, p. 15.

velle-Écosse ont la même coutume. Vauquelin n'a rien trouvé de nutritif dans la stéatite dont ces derniers font une grande consommation (1). La terre qu'en 1832 une disette obligea les habitants de la paroisse de Degerna, sur les confins de la Laponie, à mêler avec de la farine et des écorces d'arbre pilées, pour en faire du pain, se composait de silice et de débris organiques (2), Retzius a compté, dans cette espèce de farine minérale, les débris fossilisés de dix-neuf espèces d'infusoires.

La qualité d'aliment paraît appartenir à toutes les substances animales et végétales susceptibles de se dissoudre aisément dans les liquides animaux, ne contenant pas une combinaison des éléments trop hétérogène à la matière organique de l'animal, ou ne jouissant pas de propriétés chimiques saillantes, et n'ayant point de propension à produire des composés chimiques binaires aux dépens des combinaisons organiques. Tout ce qui possède cette dernière tendance, tout ce qui a une composition hétérogène, tout ce qui déploie des affinités chimiques spéciales, est ou médicament ou poison (3).

L'idée de poison est purement relative. Le venin des serpents décompose les humeurs animales lorsqu'il vient à être porté dans le sang, tandis que, introduit dans le canal intestinal, il semble y subir lui-même une décomposition qui le rend incapable de nuire. Les morsures faites par la vipère à des animaux vertébrés inférieurs, notamment aux grenouilles, aux orvets, n'agissent qu'avec beaucoup de lenteur, et il paraît que les serpents ne s'en ressentent souvent point. Cependant la plupart des narcotiques sont mortels à haute dose, même pour les animaux inférieurs; l'acide cyanhydrique tue la sangsue, aussi bien que l'homme; l'opium et la noix vomique paraissent être des poisons pour presque tous les animaux, à l'exception, toutefois, du *Buceros Rhinoceros*, qui se nourrit, dit-on, de noix vomiques.

Certaines substances, qui ne sont pas précisément vénéneuses, ne possèdent pas de qualités alimentaires, quoiqu'elles contiennent de l'azote; telles sont les bases organiques, la caféine, l'asparagine, le pipérin, etc., qui exercent une action particulière sur les parties vivantes.

D'autres, qui contiennent une très grande quantité d'azote, comme l'acide urique et l'urée, sont par cela même hétérologues à la nutrition.

Parmi les substances non azotées, l'alcool, l'éther, les huiles essentielles, les résines, les matières colorantes, l'extractif végétal, etc., ne peuvent servir d'aliment

(1) Humboldt, *Reise in der æquinoct. Gegenden*, t. IV, p. 557. — Rudolphi, *Physiol.*, t. II, p. 18.

(2) Poggendorff's *Annalen*, t. XXIX, p. 264.

(3) Il me paroît très probable que les poisons narcotiques, qui ne déterminent pas de changements appréciables dans l'organisme, et dans l'essence desquels il n'entre point de [illegible] l'inflammation, empoisonnent en donnant lieu à une métamorphose de la matière organique, produisant des décompositions et des combinaisons binaires, à l'aide de substances hétérogènes et douées de propriétés chimiques spéciales, qu'ils contiennent. Je suis porté à le penser [illegible] seulement par les alcaloïdes végétaux qui entrent dans leur composition, mais encore par les observations de Fontana, qui a reconnu que les plus puissants de tous les poisons narcotiques, le venin de la vipère et le ticunas, entraînent des changements matériels, puisque [illegible] mêlés avec du sang fraîchement tiré de la veine, l'empêchent de se coaguler. Cependant le [illegible] de la vipère, introduit dans une plaie faite à un animal vivant, détermine une prompte coagulation du sang.

n, la fibre végétale, les enveloppes des graines, les poils, les plumes, les , les écailles, les tests d'insectes, et en général toutes les substances cornées, ıcapables de céder à l'action des organes digestifs de la plupart des animaux, que les poils et les plumes sont digérés par les mites. Le tissu élastique est ıent peu digestible.

Aliments azotés qui proviennent du règne végétal.

'albumine végétale, qu'on trouve dans le suc des végétaux (lait du *Galac-* *tron*) et dans les graines émulsives. Elle est soluble dans l'eau.

.e gluten, qui existe dans les graines des graminées, et que du mucilage pagne dans le froment. Il est insoluble dans l'eau, et analogue à la fibrine le.

.e mucilage, séparable du gluten par l'ébullition avec l'alcool, dans lequel il sout.

.a caséine végétale, qu'on rencontre dans les fruits des légumineuses. De nine l'accompagne dans les haricots, les lentilles, les pois et les graines ıeuses. L'eau la dissout.

Aliments non azotés qui proviennent du règne végétal.

L'amidon, dans les graines des graminées et des légumineuses, les tubercules omme de terre, la moelle du sagoutier, les expansions du lichen d'Islande, etc. insoluble dans l'eau.

La dextrine, gomme qu'on extrait de l'amidon, et qui se dissout dans l'eau ébullition.

Le sucre, dans la séve de beaucoup de plantes et dans leurs fruits.

La gomme, dans les racines et les graines. L'eau la dissout.

L'huile grasse, dans les graines et dans quelques tubercules.

La fongine, dans les champignons, où une substance azotée l'accompagne ; t insoluble dans l'eau.

Les sucs acides d'un grand nombre de plantes et de fruits, et aussi l'acide ıe de la choucroute.

Aliments azotés qui proviennent du règne animal.

La colle, dans les tendons, les os, la peau, le tissu cellulaire, et la chondrine es cartilages.

L'albumine, dans les œufs, le cerveau, les nerfs, les glandes, le sang.

La fibrine, dans la chair et le sang.

L'hématine.

La caséine, dans le lait, le fromage et le sang.

L'extrait de viande, l'osmazome.

Aliments non azotés qui proviennent du règne animal.

L'huile animale et la graisse.

Le sucre de lait, dans le lait.

3° L'acide lactique, dans le lait aigre, les muscles et beaucoup d'autres parties du corps animal.

La digestion a pour but :

1° De dissoudre la nourriture, car les substances dissoutes sont les seules dont les vaisseaux absorbants puissent s'emparer ;

2° De réduire les divers matériaux dont se composent les aliments en la plus simple de toutes les substances qui servent aux opérations animales, l'albumine, dont une partie se montre à l'état de dissolution dans le chyle, et l'autre à l'état de globules.

La digestion a donc pour essence, non seulement de dissoudre les substances organiques, mais encore d'anéantir toutes les qualités particulières qu'elles tiennent encore de leur source, et de réduire tout en albumine. Il faut pour cela, des moyens mécaniques de comminution, et des menstrues chimiques, des sucs digestifs. Les substances les plus faciles à digérer et les plus nourrissantes sont celles qui se dissolvent et se réduisent en albumine avec le plus de facilité, ou qui contiennent déjà de l'albumine. Cette dernière est donc l'aliment par excellence, ou proprement dit, celui que l'embryon s'assimile d'une manière immédiate, et qui n'a pas besoin de digestion préparatoire. Au contraire, il faut regarder comme indigeste tout ce qui est insoluble ou possède des qualités chimiques capables de rompre l'équilibre que la force organique fait, dans l'organisme, à la tendance qu'ont les éléments à former des combinaisons binaires. Du reste, on doit établir une distinction entre facile à digérer et nourrissant. Une substance peut être de digestion aisée, en raison de sa grande solubilité, et cependant ne nourrir que fort peu, parce que sa composition ne lui permet pas de se transformer facilement en albumine. D'autres qui, une fois dissoutes, sont très nourrissantes, cèdent difficilement aux estomacs faibles, parce qu'elles ont peu de solubilité. Deux qualités sont donc requises pour constituer une bonne nourriture, la facilité de se dissoudre et l'aptitude à nourrir. Plus une substance s'éloigne de l'albumine au point de vue de sa composition, moins elle est nourrissante, et plus elle dépense de forces digestives pour accomplir sa métamorphose.

Si, dans la digestion, il ne s'agissait que de dissoudre, et si tous les aliments contenaient une certaine quantité d'une même substance alibile, qui n'eût besoin de subir aucun changement chimique intérieur, la digestibilité pourrait se calculer d'après le degré de solubilité de chaque aliment, la quantité de matière alibile qui peut en être extraite dans le canal intestinal, et la facilité de la dégager des autres corps mêlés avec elle. Telle était la fausse idée qu'Hippocrate se faisait des matières alimentaires ; car, tout en admettant diverses espèces d'aliments, il ne croyait qu'à l'existence d'une seule substance alibile. Mais beaucoup de substances qu'il s'agit de transformer en albumine, n'en contiennent pas la moindre trace avant de subir l'influence de la digestion. Les pâtres des Alpes ne vivent, pendant tout l'été, que de lait, de fromage et de pain ; dans cette nourriture, c'est la caséine qui se rapproche le plus de l'albumine, en laquelle il faut qu'elle se transforme. Quand la nourriture est bornée à du pain et à de la viande, la fibrine se métamorphose en albumine. La substance alibile est donc un produit de la digestion, puisque les aliments qui diffèrent de l'albumine, quant à leur composition, doivent commencer par être métamorphosés en elle.

Mais l'axiome d'Hippocrate conserve un sens exact et profond, lorsqu'on se ontente d'y voir que tous les aliments doivent contenir, ou la matière alibile par xcellence elle-même, ou des substances qui aient beaucoup d'affinité avec elle, out comme diverses combinaisons de la protéine ne sont que de légères variations 'un même thème fondamental. Pour qu'un homme ou un animal subsiste, il faut ue sa nourriture contienne au moins de l'albumine, ou de la fibrine, ou de la aséine : la protéine qui existe dans ces trois substances a, suivant Mulder, la ıême composition élémentaire dans toutes; et cette composition ne change pas non lus, comme l'ont prouvé Mulder, Liebig et Dumas, de quelque source végétale u animale que provienne la protéine. Aussi, Liebig et Dumas professent-ils que s aliments azotés passent, sans éprouver aucun changement essentiel, des végéaux chez les animaux herbivores, et que nul animal n'a le pouvoir de produire ucune de ces combinaisons, faculté dont les plantes seules sont pourvues (1).

La colle ou gélatine, mêlée avec d'autres aliments, est une substance nourrisante : seule, elle paraît ne pas nourrir longtemps (2); cependant on a vu des chiens e bien sustenter de pieds de veau pendant un mois entier (3). Les mites vivent ans albumine, sans fibrine, sans caséine, de la seule corne des poils et des plumes.

Quelques écrivains ont regardé la respiration et l'air atmosphérique comme la ource de l'azote qui existe dans le corps animal; d'autres ont supposé qu'il s'y roduit aux dépens des aliments. Les partisans de l'une et de l'autre hypothèse se ndaient sur l'exemple des animaux herbivores, qui se nourrissent de substances rivées, dit-on, ou du moins très peu chargées d'azote, et sur celui des nègres, qui ivent longtemps de sucre. Mais Magendie fait remarquer que presque tous les égétaux qui servent à l'alimentation de l'homme et des animaux, contiennent plus u moins d'azote, qu'il y en a une assez grande quantité dans le sucre impur, et

(1) Liebig, *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 39, B. — Dumas, *l'Institut*, 1843, n° 466.

(2) Magendie, *Rapport au nom de la commission de la gélatine*, 1841. — Comparez Ph. Bérard, *Rapport sur la gélatine considérée comme aliment* (Bulletin de l'Académie de médecine. Paris, 1850, t. XV, p. 367.)

(3) On doit à Cl. Bernard et Barreswil (*Compt. rend. de l'Ac. des sc.*, 1844, t. XVIII, p. 783) expériences curieuses sur la gélatine. Ils ont injecté dans la veine jugulaire d'un chien à 0 gr. 500 de sucre de canne, dans celle d'un autre la même quantité d'albumine, et dans e d'un troisième la même quantité d'ichthyocolle, ces trois substances à l'état de dissolution euse. Trois heures après, toutes trois se retrouvèrent dans l'urine. On fit alors dissoudre même dose de chaque substance à part dans 15 grammes de suc gastrique récent. On mit dissolutions au bain-marie, pendant six à huit heures, à une température de 30 à 40 degrés, on les injecta dans les veines jugulaires de trois chiens. Cette fois, les urines ne contenaient ucre ni albumine, tandis que la gélatine avait passé dans cette sécrétion. En une autre e d'expériences, trois chiens ont été nourris avec les mêmes substances : la gélatine fut encore ule qu'on retrouva dans l'urine. Les expérimentateurs, s'étant soumis eux-mêmes à ce rége, ont constaté ensuite la présence de la gélatine dans leur urine, mais jamais celle ni du re ni de l'albumine. — Comme il est bien constant que les os nourrissent les chiens, par mple, Blondlot, pour expliquer comment la gélatine ne produit pas le même effet, admet *aité de la digestion*, p. 325) que les substances qui ont été complétement *dissoutes* dans mac ne pénètrent pas dans l'organisme par les mêmes voies que celles qui n'ont été que *mollies* et *divisées* dans le viscère, et que celles-ci sont seules susceptibles de fournir un vérie chyle : d'où l'on doit conclure, dit-il, que, sans refuser à la gélatine une propriété nutriégale à celle des autres aliments solubles, elle ne saurait cependant entretenir la vie aussi gtemps que les os dont on l'extrait. (*Note du trad.*)

que les peuples qui se nourrissent de riz, de maïs, de pommes de terre, y ajoutent du lait ou du fromage. Il a nourri des chiens exclusivement de substances non azotées, de sucre raffiné et d'eau distillée : pendant les sept ou huit premiers jours, ces animaux conservaient leur gaieté ; ils mangeaient et buvaient comme à l'ordinaire ; dans le cours de la seconde semaine, ils commençaient à maigrir, quoique leur appétit fût toujours bon, et qu'ils consommassent six à huit onces de sucre par jour ; dans la troisième semaine, l'amaigrissement faisait des progrès, les forces baissaient, l'animal devenait triste et perdait l'appétit. A cette époque, les deux cornées s'ulcéraient, et les yeux laissaient échapper leurs humeurs au dehors, phénomène qui se reproduisit chaque fois que l'expérience fut répétée. Quoique les animaux mangeassent encore trois à quatre onces de sucre par jour, ils finissaient par devenir faibles, au point de ne pouvoir plus faire aucun mouvement, et ils succombaient du trente et unième au trente-quatrième jour (il ne faut pas perdre de vue que les chiens supportent presque aussi longtemps une abstinence absolue). A l'ouverture du corps, on trouvait toute la graisse consommée ; les muscles avaient diminué de volume, l'estomac et le canal intestinal étaient très resserrés, la vésicule du fiel et la vessie urinaire fort distendues. Chevreul a trouvé l'urine, comme chez les herbivores, non point acide, mais alcaline, sans traces d'acide urique ni de phosphates. Les excréments contenaient fort peu d'azote, quoiqu'il y en ait ordinairement beaucoup. Pour voir si ces effets étaient particuliers au sucre, ou dépendaient uniquement de l'absence de l'azote dans cette substance, Magendie nourrit des chiens avec de l'huile d'olive et de l'eau. Pendant quinze jours, ils se trouvèrent bien ; puis, à l'exception des ulcères de la cornée, apparurent les mêmes phénomènes que dans les expériences précédentes, et la mort survint le trente-sixième jour ; l'urine et la bile se comportèrent comme dans le premier cas. Des chiens nourris avec de la gomme, qui, mêlée avec d'autres substances, est très nourrissante, offrirent les mêmes phénomènes. L'un de ces animaux supporta très bien, pendant quinze jours, l'usage exclusif du beurre, puis il devint maigre et faible, et succomba le trente-sixième jour, quoique le trente-deuxième on lui eût donné de la viande ; l'un des yeux s'ulcéra, l'urine et la bile donnèrent les mêmes réactions que dans les premières expériences. Magendie constata, par d'autres expériences, que le sucre, la gomme et l'huile étaient digérés, qu'ils formaient du chyle, q[illegible] par conséquent, celui-ci était alors dépourvu de propriétés nutritives (1). On p[illegible] ajouter qu'en Danemark, une condamnation à un mois de pain et d'eau est c[illegible] sidérée comme l'équivalent de la peine de mort, et que Stark s'est fait mourir [illegible] expérimentant le sucre seul lui-même ; il devint d'abord extrêmement faib[illegible] bouffi, et sa figure se couvrit de taches rouges, qui menaçaient de dégénérer en ulcè[illegible]

Tiedemann et Gmelin ont confirmé les expériences de Magendie. Ils nourri[illegible] une oie avec du sucre, une autre avec de la gomme, une troisième avec de l'ami[illegible] toutes reçurent de l'eau en même temps. Leur poids alla toujours en dimi[illegible] sous l'influence de ce régime. La première mourut au bout de vingt-deux jours[illegible] seconde au bout de seize, la troisième au bout de vingt-quatre : une quatrième[illegible] laquelle on n'avait donné non plus que de l'amidon, succomba le vingt-septi[illegible] jour ; toutes avaient perdu depuis un sixième jusqu'à moitié de leur poids. [illegible] autre oie, qui avait été nourrie de blancs d'œufs cuits et hachés, périt le qu[illegible]

(1) MAGENDIE, *Physiologie*, t. II, p. 486.

[illegible]tième jour, quoique l'aliment dont elle faisait usage contînt beaucoup d'albumine, et qu'elle-même eût conservé de l'appétit; son poids avait diminué de près de moitié (1).

Les aliments dépourvus d'azote ne servent probablement qu'à la production des matériaux immédiats ou des sécrétions du corps animal dans la composition desquels cet élément n'entre point. La graisse peut être déposée sans qu'elle subisse aucun changement, elle peut aussi servir à la confection de la bile; le sucre, la gomme et l'amidon peuvent servir à former la graisse et la bile (2). Ces substances

(1) Burdach a reconnu aussi que les lapins ne peuvent vivre quand on ne les nourrit que d'une seule substance. L'un de ces animaux, auquel on donnait des pommes de terre crues et de l'eau, mourut le treizième jour. Un autre, qui recevait de l'orge, succomba le trente-quatrième jour. Un troisième, auquel on donnait un jour de l'orge et le lendemain des pommes de terre, et qui, au bout de quelque temps, reçut ces deux aliments à la fois, conserva sa santé, et grossit même (Froriep's *neue Notizen*, n° 245).

(2) Telle est aussi l'opinion de Chossat, à qui l'on doit des recherches expérimentales sur les effets du régime du sucre (*Annales d'hygiène*, 1844, t. XXXI, p. 449). Au début des expériences, les animaux (pigeons et tourterelles) restaient calmes; mais, plus tard, il survenait de l'agitation, et, vers la fin de la vie, de la stupeur et de la prostration, interrompues quelquefois par des mouvements convulsifs. Les évacuations étaient en général liquides et bilieuses. La respiration a paru quelquefois naturelle pendant la majeure partie de l'expérience : d'autres fois, on l'a trouvée plus ou moins courte, gênée et sibilante. La chaleur animale s'est d'abord maintenue naturelle pendant un certain temps; puis, tantôt elle s'est abaissée, et a amené un refroidissement final plus ou moins considérable, tantôt elle s'est élevée, et la mort a eu lieu par un degré de chaleur animale supérieur à l'état normal. Toutes les expériences se sont terminées par la mort. Le poumon offrait, soit à la surface, soit dans son intérieur, tantôt une couleur rose claire, tantôt une teinte de rouge cramoisi, tantôt un rouge plus ou moins bleuâtre ou noirâtre. Le parenchyme était tantôt naturel, plus ou moins pâle et crépitant, tantôt rouge foncé, veineux, et splénisé ou hépatisé. La graisse n'avait point diminué. Chossat conclut de là que le sucre favorise tantôt la production de la graisse, et tantôt celle de la bile; qu'il y a en général tendance, dans le premier cas, à la constipation, dans le second au dévoiement. D'un autre côté, Blondlot (*Traité analytique de la digestion*, Nancy, 1843, p. 298) soutient, à la vérité d'après une seule expérience sur un chien, que le sucre ne subit aucune altération de la part du suc gastrique, soit dans l'estomac, soit hors de ce viscère, qu'il ne fait que s'y dissoudre, et que, malgré sa grande tendance à se métamorphoser, il y conserve toute son intégrité de composition. Les conclusions de Chossat ont été attaquées aussi par F. Letellier (*Ann. de chimie*, 1844, t. XI, p. 150), qui, rappelant que les expériences ont été faites sur treize pigeons et quatre tourterelles, dont neuf ont été privés d'eau, et chez lesquels la durée de la vie a été, en moyenne, pour les premiers, de quatre jours seulement, pour les secondes, de huit jours, trouve cette durée trop courte pour qu'on soit en droit d'attribuer au régime du sucre la graisse trouvée à l'autopsie. Cette graisse, suivant lui, n'est que le reste de celle qui préexistait à l'expérience. Lui-même a fait des expériences sur sept tourterelles, qu'il n'a pas privées d'eau, et qui, par conséquent, ont vécu plus longtemps. La quantité de graisse préexistante a été déterminée en tuant sept tourterelles bien portantes : on a trouvé ainsi que le minimum de cette graisse [illegible]le rapporté à la masse du corps, était de 10 pour 100, le maximum de 21 pour 100, la moyenne de 15,85 pour 100. Les sept tourterelles mises en expérience ont reçu chacune par jour treize à seize grammes de sucre de canne en pain pulvérisé et réduit en pâte avec de l'eau : deux ont eu leur régime modifié par une diminution du sucre, réduit à 10 grammes, mais elles ont reçu en compensation 12 grammes de blanc d'œuf coagulé. Cette modification ne les a pas mises dans des conditions plus favorables; car, chez l'une, la graisse s'est trouvée réduite à 3, et chez l'autre à 4 pour 100. Mais la moyenne de leur existence, qui se terminait chez toutes par l'épuisement, a été de dix-sept jours, tandis que la moyenne d'existence des cinq autres tourterelles n'a été que de onze jours. Quant à la quantité de graisse, elle s'est trouvée, au

peuvent être transformées, du moins partiellement, en eau et en acide carbonique par la respiration (Liebig). Il faut aussi que l'acide lactique, qu'on rencontre partout dans le corps animal, soit le produit d'aliments non azotés ; Pelouze a reconnu qu'il se forme aux dépens du sucre de lait, par l'action de la présure.

Magendie a encore fait les expériences suivantes sur l'aptitude de diverses substances à nourrir. 1° Un chien nourri avec du pain blanc et de l'eau ne vécut pas au delà de cinquante jours. 2° Un autre chien, auquel on donna du pain bis, à la place de pain blanc, se maintint en bonne santé. 3° Des lapins et des cochons d'Inde nourris avec une de ces substances : blé, avoine, orge, choux, carottes, moururent d'inanition complète au bout de quinze jours. Nourris avec les mêmes substances simultanément ou successivement, ils n'éprouvèrent aucune incommodité. 4° Un âne, nourri d'abord avec du riz sec, puis avec du riz cuit, ne vécut que quinze jours. Un coq, au contraire, vécut de riz cuit pendant plusieurs mois sans inconvénient. 5° Des chiens, nourris seulement de fromage ou d'œufs durs, vécurent longtemps ; mais ils devinrent faibles, maigrirent et perdirent leur poil. 6° Les rongeurs supportent la viande pendant longtemps. 7° Lorsqu'on a nourri pendant quelque temps un animal d'un aliment sous l'influence duquel il devrait finir par succomber, on ne parvient plus à le sauver en le remettant à sa nourriture habituelle. A la vérité, il mange avec appétit, mais il périt à la même époque que si l'on eût continué de lui donner l'aliment insolite.

Il résulte de tous ces faits que la variété des aliments semble être une des principales conditions du maintien de la santé.

Prout réduit tous les aliments des animaux supérieurs à trois classes : 1° les saccharins (sucre, amidon, gomme, etc.) ; 2° les huileux (huile et graisse) ; 3° les albumineux (matières animales et gluten végétal). Voici le résumé de ses opinions (1).

« Le lait étant essentiellement composé de trois substances, sucre, huile et caséine, ou matière voisine de l'albumine, je fus conduit par là peu à peu à conclure

maximum, de 15 ; au minimum, de 3 ; en moyenne, de 6,3 pour 100. Ainsi, la graisse contenue dans le corps des sept tourterelles soumises au régime du sucre a diminué des trois cinquièmes. Letellier a fait aussi des expériences curieuses et comparatives sur la quantité d'acide carbonique produite par la respiration des tourterelles nourries normalement, ou avec un aliment insuffisant (sucre, beurre, etc.), ou privées de nourriture. Les tourterelles nourries de millet ont donné par heure, 0 gr. 852 d'acide carbonique = 0,232 de carbone ; privées de tout aliment, 0,420 d'acide carbonique = 0,117 de carbone ; nourries de sucre, 0,715 d'acide carbonique = 0,195 de carbone ; nourries de beurre, 0,623 d'acide carbonique = 0,169 de carbone, et 0,548 d'acide = 0,149 de carbone. Ainsi, la privation d'aliments a diminué d'environ moitié la quantité d'acide carbonique : cette quantité a beaucoup moins diminué sous l'influence du sucre que sous celle du beurre. Letellier pense que le sucre a concouru à entretenir la chaleur animale, et qu'ainsi, sans donner lieu à une production de graisse, il a servi à ménager celle qui était mise en réserve. Dans une autre série d'expériences sur le régime du beurre, il a constaté que les quantités de graisse trouvées à l'autopsie étaient fort inférieures à la moyenne normale, puisqu'au lieu de 15,85 pour 100, il n'a obtenu qu'une moyenne de 7,1, moyenne semblable à celle qu'a offerte le régime du sucre sans addition d'albumine. Ainsi, suivant lui, ni le sucre ni le beurre ne produisent de graisse, et ne peuvent empêcher la destruction de celle qui existait dans l'organisme. Quant au sucre de canne, il ne le croit délétère que par l'énorme quantité qu'on en donne, et il a trouvé que le sucre de lait, à haute dose, avait un effet bien plus pernicieux encore. (*Note du trad.*)

(1) MAYO, *Outlines of human physiology*, 3e édit. Londres, 1833, p. 152.

e tous les aliments de l'homme et des animaux supérieurs peuvent être réduits es trois sources ; c'est pourquoi je résolus de les soumettre à un examen rigouıx, et d'en déterminer autant que possible les relations générales et les affinités. s propriétés caractéristiques des corps qui contiennent du sucre consistent en ce 'ils sont composés simplement de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, ces deux rniers éléments dans les proportions suivant lesquelles ils s'unissent ensemble ır produire de l'eau : les proportions du carbone varient environ de 30 à 50 pour ıt. Les deux autres classes comprennent des bases composées, dont le carbone me l'élément principal, et qui sont également mêlées avec de l'eau et modifiées : elle. Les proportions du carbone, dans les corps huileux, qui, à cet égard, ocpent le premier rang, flottent entre 60 ou 80 pour cent ; de sorte que, si l'on end le carbone pour mesure de l'alibilité, ce que l'on est en droit de faire à un rtain point de vue, les huiles peuvent être considérées comme étant les plus ırrissants de tous les corps. La conclusion générale est que les corps qui conınent moins de 30 et plus de 80 pour cent de carbone, ne conviennent pas pour vir d'aliment unique. On aurait encore à déterminer s'il existe des animaux i puissent vivre exclusivement de corps appartenant à une seule de ces classes ; qu'à présent, les expériences se sont prononcées pour la négative, et l'opinion plus probable est qu'il faut un mélange d'au moins deux classes, sinon même de ıtes trois. Le lait a précisément cette composition, et la plupart des herbages nt se nourrissent les animaux contiennent au moins deux des trois substances qui ennent d'être désignées. La même chose a lieu pour les aliments tirés du règne imal, dans lesquels il entre au moins de l'albumine et de l'huile. En un mot, ut-être ne parviendrait-on pas à trouver une substance servant à l'alimentation s animaux supérieurs qui ne contînt au moins deux, sinon même la totalité des is grandes classes de matières alimentaires. C'est dans la nourriture factice de omme que nous trouvons la preuve la plus péremptoire de ce principe important. homme, non content des productions que la nature lui offre, épuise les ressources son esprit, ou plutôt de son instinct, afin d'arriver de toutes les manières posles à réaliser un mélange qui a tant d'importance pour lui. C'est là, quelque peu posé qu'il soit à le croire, le seul but de l'art culinaire. Dès les temps les plus ciens, l'instinct lui a enseigné à mêler l'huile ou le beurre avec les substances ineuses, par exemple, avec le pain, et avec celles qui, de leur nature, en sont pourvues. Son instinct l'a également conduit à manger les animaux, pour se curer un mélange de matières huileuses et d'albumine. C'est enfin ce mélange, sque toujours uni à des substances sucrées, qu'il consomme si généralement sous forme de pain ou de végétaux. Le principe n'a jamais été perdu, au milieu même raffinements du luxe ; et les combinaisons si variées de sucre, d'amidon, d'œufs de beurre, qui font les délices des tables les plus recherchées, ne sont qu'une itation plus ou moins déguisée du prototype de tous les aliments, le lait. »

Faim et soif.

Les sensations de l'appétit et de la satiété sont en partie le goût lui-même, en tie des sensations analogues au goût, comme celles que les aliments font naître ns l'anorexie. La sensation de l'appétit devient plus vive en hiver et au prin-

temps; elle est accrue aussi par les bains froids, les frictions de la peau ventre, les secousses de l'équitation et l'exercice.

La digestion excite, chez les personnes en santé, un sentiment général être, accompagné d'une sensation de chaleur. Ces sensations ne demeu bornées aux seuls organes digestifs, dont le principal nerf sensitif est c paire vague; elles s'étendent aussi à presque toutes les autres parties du est vraisemblable, par conséquent, que l'excitation des nerfs sympathiq comme nous le verrons plus tard, possèdent à un haut degré la faculté mettre leurs sensations, y prend part.

L'indigestion est un état des organes digestifs dans lequel ou ils ne séc les liquides destinés à dissoudre les aliments, ou ils sont atteints soit d d'irritabilité, soit d'atonie, de sorte que l'action mécanique des substance taires provoque en eux des sensations pénibles et des mouvements irrégu sensations désagréables des voies digestives paraissent avoir principalement l dans les nerfs de la paire vague : du moins, toute irritation vive de ces pharynx et à l'œsophage fait-elle naître les mêmes nausées que celles qu'on quand l'estomac lui-même est irrité, et qui précèdent le vomissement. Mai tion sympathique du système nerveux tout entier se prononce aussi d'une non moins manifeste dans ces cas.

Des sensations tant locales que générales ont également lieu dans la fa soif; mais les phénomènes qu'on observe ensuite dépendent immédiate manque absolu de matières alimentaires et d'eau.

Le premier phénomène de la soif est le desséchement des voies qui tra le plus, c'est-à-dire des voies aériennes; plus tard surviennent l'inflamm ces organes et la fièvre.

Cependant, ce qu'on appelle soif n'est parfois qu'un besoin de boisson chissantes. C'est ce qui arrive quand les voies aériennes, la bouche et la p sèches et chaudes, dans les fièvres, par l'effet d'un accroissement de la ch d'une diminution de la turgescence. Souvent alors la transpiration diminu qu'elle n'augmente, et la sécheresse tient à ce que, quoique le sang coule vaisseaux capillaires, il y a diminution de ce qu'on nomme *turgor vitali* à-dire du conflit entre ce liquide et les parties animées de la force organisat peau semble plus chaude, sans que la chaleur ait besoin d'être produite grande abondance dans les parties internes, parce que la transpiration ne s' plit pas, et que le corps n'est plus rafraîchi par le passage des liquides à l'ét forme.

Les dernières conséquences de la soif non satisfaite sont un état fébrile paraît pas différer de celui qu'on observe dans une fièvre nerveuse, et accompagné d'inflammation des voies aériennes.

Les sensations locales de la faim, qui paraissent être bornées aux voies tives, et avoir leur siége dans les nerfs de la paire vague, sont un sentiment santeur, de mouvement, de constriction, de malaise, avec des borborygm plus tard, des douleurs. La salive, la bile, les frottements des parois de l'es l'âcreté du suc gastrique, ont été regardés comme causes de ces sensations attribuait la faim à ce que les vaisseaux absorbants tournent leur action co parois de l'estomac et de l'intestin eux-mêmes. Aucune de ces supposition

admissible. Les aliments sont les stimulants appropriés aux organes digestifs; lorsqu'ils manquent, les nerfs informent la conscience de l'état de l'organe. Les sensations locales de la faim, comme celles de l'appétit et de la satiété, peuvent ne plus exister après la section de la paire vague, comme Brachet le conclut de ses expériences (1); le sentiment de la faim est supprimé par le changement que l'ingestion des aliments apporte dans les nerfs de l'estomac, par les sensations ou actions plus vives qui occupent le sensorium dans les passions et les méditations, par un changement que l'opium détermine dans le sensorium lui-même, etc. C'est ce qui explique pourquoi il est si commun de voir les aliénés jeûner avec obstination, car peut-être l'altération qu'a subie leur sensorium les empêche-t-elle d'éprouver la sensation locale de la faim qui nous invite à prendre des aliments.

Les conséquences du jeûne sont la plupart du temps les mêmes, quelque différents que puissent être les états de l'appareil digestif. Elles consistent en un sentiment de débilité générale, un affaiblissement de plus en plus prononcé, l'amaigrissement, la fièvre, le délire, des alternatives de passion violente et d'abattement profond. On prétend que la chaleur baisse de quelques degrés; mais Currie affirme le contraire, d'après ce qu'il a vu chez un malade qui mourut d'inanition par suite d'une oblitération de l'œsophage (2). L'haleine devient fétide, l'urine âcre et ardente, les vaisseaux lymphatiques rougissent, d'après Magendie et Collard de Martigny. Collard dit que la quantité du contenu de ces vaisseaux s'accroît pendant les premiers jours du jeûne, qu'ensuite elle va toujours en diminuant, mais que les lymphatiques de l'intestin charrient encore un peu de lymphe vers le milieu de l'abstinence. L'estomac se resserre sur lui-même, et les sécrétions cessent: cependant la vésicule biliaire est pleine, et la bile continue de couler, sans pénétrer, suivant Magendie, dans l'estomac. Le mucus diminue à la surface des mem-

(1) Il est quelquefois arrivé à Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 326) de conserver vivants des chiens auxquels il avait réséqué, de chaque côté, des nerfs glosso-pharyngien et lingual. Une fois guéris de leurs plaies, ces animaux lui ont paru boire, après chaque repas, dans les mêmes proportions que de coutume. Sur quelques uns d'entre eux, il a pratiqué, en outre, la résection des pneumo-gastriques dans la région cervicale, et la soif s'est néanmoins fait sentir avec une grande vivacité dès le lendemain de l'expérience et les jours suivants, sans doute à l'occasion de la fièvre produite par l'inflammation de la plaie du cou. Quant à la faim, dont Brachet rapporte la source aux nerfs vagues, Longet, pour montrer le peu de fondement de cette opinion, dit avoir observé bien des fois, après la résection des nerfs *sciatiques*, une grande indifférence pour les aliments chez des chiens qui, muselés pendant trois et quatre jours, n'avaient pris aucune nourriture et manifestaient, avant l'opération, un vif désir de manger. Quelquefois même, trois ou quatre autres jours s'écoulaient encore avant qu'ils acceptassent les aliments qui leur étaient offerts. Deux de ces animaux, qui avaient subi de chaque côté, d'abord la section des nerfs glosso-pharyngien et lingual, puis, plus tard, celle de la paire vague, ont mangé sans dégoût, en assez grande quantité, des substances alimentaires ramollies dans une décoction un peu étendue de coloquinte. Longet n'a pu répéter ces expériences aussi longtemps qu'il l'aurait voulu, attendu que, si la plupart des animaux privés des nerfs vagues boivent encore volontiers, il les a vus rarement vouloir accepter des aliments solides avant leur mort, qui ne s'est jamais fait attendre au delà de cinq jours. Mais d'autres expérimentateurs, Bégin, Pourcade, Sédillot, qui ont vu les chiens survivre plusieurs semaines, disent que l'appétit se réveille chez eux au bout de quelques jours. Longet se montre donc enclin à admettre qu'après la section de la paire vague, la faim, et surtout la soif, continuent à se faire sentir, de même que le besoin de respirer persiste. (*Note du trad.*)

(2) *On the effects of water cold and warm, as a remedy in fever*, 1797.

branes muqueuses, ainsi qu'il arrive à toutes les substances susceptibles d'être résorbées. La sécrétion du pus, du lait, de la salive, du venin des serpents s'arrête. L'urine contient encore de l'urée, car Lassaigne (1) en a trouvé, chez un aliéné, après un jeûne de dix-huit jours. Les voies urinaires ne sont pas nécessairement enflammées, les membranes muqueuses ont une teinte pâle. Suivant Collard, la quantité relative de la fibrine diminue dans le sang, tandis que celle des parties solides des globules augmente (2). Après la mort, on trouve l'estomac fortement contracté.

Il résulte des expériences faites sur la durée de la vie chez les animaux et chez les hommes privés de nourriture, que les animaux à sang chaud sont ceux qui supportent le moins longtemps l'abstinence absolue. Les animaux inférieurs couverts d'un test dur supportent la faim pendant un laps de temps fort long, car je sais qu'un scorpion d'Afrique apporté en Hollande ne reçut aucun aliment ni durant la traversée ni pendant cinq mois qu'il vécut ensuite chez De Haan. Rudolphi a conservé un *Proteus anguinus* pendant cinq ans, en ayant soin seulement de renouveler l'eau; Zoys en a gardé un autre pendant dix années; ici on peut admettre que les infusoires de l'eau fournissaient quelque nourriture à l'animal. On peut également conserver les tritons, les tortues, les poissons dorés, pendant des années entières sans nourriture. On sait que les serpents jeûnent quelquefois six mois de suite. Des oiseaux ont vécu cinq à vingt-huit jours dans les expériences de Redi: un phoque vécut un mois hors de l'eau et sans nourriture; des chiens ont passé vingt-cinq à trente-six jours sans boire ni manger. Les hommes ne supportent généralement pas la faim et la soif pendant plus d'une semaine : il est rare qu'ils survivent pendant plus de quinze jours; la faim seule est supportée plus longtemps, et, bien plus longtemps encore, dans les maladies, l'aliénation mentale surtout. Tiedemann cite des individus morts de faim, mais pouvant étancher leur soif, qui vécurent cinquante jours et plus (3). Les abstinences qui durent des mois entiers, ou même des années, sont des impostures, comme le dit fort bien Rudolphi (4).

(1) *Journ. de chim. méd.*, 1825.

(2) MAGENDIE, *Journ. de physiol.*, t. VIII, p. 171.

(3) *Untersuchungen ueber das Nahrungsbeduerfniss, den Nahrungstrieb und die Nahrungsmittel des Menschen.* Darmstadt, 1836.

(4) Malgré les recherches de Redi et de Collard, l'histoire de l'abstinence complète d'aliments laissait encore de grandes lacunes, que Chossat a tenté de remplir (*Rech. expér. sur l'inanition*, Paris, 1843). Ses expériences nombreuses ont été faites sur des pigeons, des tourterelles, des poules, des corneilles, des cochons d'Inde, des lapins et des animaux à sang froid: la privation d'aliments a été absolue et continuée jusqu'à la mort réelle ou imminente. Dans un tiers des cas, on a fourni aux animaux de l'eau à volonté, et l'on a tenu compte de celle qu'ils ont consommée; le poids du corps a été évalué au début et à la fin de l'expérience, et le plus souvent la pesée a été réitérée chaque jour. Voici les résultats. Le plus constant, c'est la diminution graduelle du poids du corps. A cet égard, Chossat établit une distinction entre la perte relative à un seul jour (*perte diurne*), et celle qui se rapporte à la durée entière de l'expérience (*perte intégrale*). Toutes choses égales d'ailleurs, la *perte diurne* est d'autant plus forte que l'animal a plus de volume : cependant, quoique le corps diminue chaque jour de poids, la perte n'a pas lieu d'une manière uniforme. Le maximum se présente au début, quelquefois à la fin, mais jamais au milieu de l'expérience. La présence de ce maximum au début tient surtout à ce que, le premier jour de l'abstinence, le corps expulse le résidu de l'aliment ingéré la veille. Aussi, lorsqu'on fait abstraction de ce premier jour, trouve-t-on que les pertes diurnes ne diffèrent

CHAPITRE II.

Des organes digestifs.

Canal intestinal en général.

;e paraît être un caractère général des animaux d'avoir une cavité intérieure ır opérer la transformation des éléments, pour digérer. Cette cavité porte le

plus beaucoup d'un jour à l'autre. Vers la fin de la vie, on observe une augmentation rela- le perte, qui coïncide avec une augmentation variable des excréments, laquelle peut aller u'à la diarrhée; mais cette augmentation cesse quelques heures avant la mort. Quant à la *intégrale*, on conçoit que le poids du corps ne peut pas diminuer d'une manière indéfinie, u'il y a des limites qui ne sauraient être franchies. Cette perte peut être considérée ou comme *ue*, ou comme *proportionnelle*. Eu égard à la perte absolue, les plus gros, parmi les ani- x d'une même espèce, sont, en général, ceux qui, jusqu'au moment de la mort, éprouvent rte de poids la plus considérable. En ce qui concerne la perte proportionnelle, ou la com- on de la perte absolue au poids initial, Chossat a trouvé que la mort arrive quand cette est représentée par 0,4, en moyenne, c'est-à-dire lorsque les animaux ont perdu 0,4 de oids initial. Il a remarqué que, chez les animaux à sang chaud, cette perte intégrale pro- nnelle paraît indépendante de la classe à laquelle l'animal appartient, ainsi que du poids al de son espèce. Chez les animaux très gras, on observe une perte additionnelle, due à la ition totale de la graisse, et qui peut s'élever à 0,1. L'âge exerce aussi de l'influence : chez nes animaux, la mort arrive quand ils ont perdu seulement 0,2 de leur poids. La durée vie, en moyenne, a dépassé neuf jours et demi, tant chez les mammifères que chez les ıx : le maximum a été de vingt jours et demi, le minimum d'un peu plus de deux jours. core l'âge exerce de l'influence : la vie des jeunes animaux ne s'est guère prolongée au delà ux jours, en moyenne, tandis que, chez les adultes, elle a atteint 15-20 jours, terme a. Mais, tandis que la perte intégrale proportionnelle et la durée de la vie, étant disposées ies, représentent l'une et l'autre une progression arithmétique croissante, la durée de la en sens contraire de la perte diurne proportionnelle : elle est d'autant moindre que celle-ci as forte. Les reptiles et les poissons meurent aussi quand leur perte intégrale proportion- s'est élevée à 0,4 du poids initial : la seule différence qu'ils offrent, c'est que, leur nutrition plus lente, ils emploient un temps vingt fois plus long pour éprouver cette perte. Chossat ttaché à déterminer dans quelle proportion chaque organe contribue à la perte totale, et ela il a comparé les autopsies d'animaux morts dans un état normal de nutrition, à celles ux morts d'inanition au bout d'un terme plus ou moins long. Abstraction faite de la e, c'est le système musculaire qui supporte la presque totalité de la perte du poids du corps; ır, en particulier, éprouve une rapide diminution de poids; il varie comme les muscles, x-ci comme lui, de sorte que leur volume peut servir à estimer le sien : mais, au milieu ttes de tous les organes, le système nerveux conserve intégralement son poids, ce qui est ltat fort remarquable. Les oscillations diurnes de la chaleur animale deviennent de plus s marquées; de 0,74, qui est leur valeur moyenne, elles montent à 3,28; les heures de t de minuit sont encore les époques de leurs maxima et minima ; mais elles n'attendent s heures-là pour se développer. Quant aux symptômes de l'inanition, les voici : restés d'abord, pendant un temps qui varie depuis la moitié jusqu'à la presque totalité de ence, les animaux deviennent ensuite plus ou moins agités, et cette agitation persiste ngtemps que la chaleur animale reste encore élevée. Le dernier jour de la vie, l'agitation t fait place à un état de stupeur; l'animal, mis en liberté, tantôt regarde autour de lui r étonné, sans chercher à s'envoler, tantôt ferme les yeux, comme s'il dormait. Cet état peur s'accompagne d'un affaiblissement graduellement croissant. La station devient vacil-

nom d'*intestin*. Dans la grande majorité des cas, l'intestin a la forme d'un sac ouvert aux deux bouts; quelquefois cependant il n'y a qu'une seule ouverture, qui sert

lante et la tête brûlante ; les orteils, froids et livides, se mettent en boule, et ne permettent plus à l'animal de se fixer solidement sur le sol, quoiqu'il puisse encore se tenir debout, en s'appuyant sur le ventre et les ailes; mais bientôt il tombe sur le côté, et il y reste immobile, sans pouvoir se relever. Enfin, il s'affaiblit de plus en plus, la respiration se ralentit, la sensibilité diminue graduellement, la pupille se dilate, et la vie s'éteint, tantôt d'une manière calme et tranquille, tantôt après quelques spasmes, de légères convulsions des ailes et de la r[illegible] opisthotonique dans le corps. La chaleur baisse, en moyenne, de 0,3 par jour: mais, le dernier jour de la vie, le refroidissement a lieu avec une telle rapidité, que la perte s'élève à [illegible] que la mort arrive à 24°,9, avec tous les symptômes de la mort par le froid. La respiration [illegible] une diminution de fréquence, qui devient de plus en plus marquée à mesure que le refroidissement fait des progrès; on peut admettre qu'elle cesse de s'exécuter, ou à peu près, dans les dernières heures de la vie, malgré la persistance des mouvements respiratoires, car le poids de [illegible] varie peu pendant ces mêmes heures. Chossat se croit en droit d'établir que, dans le dernier jour de la vie, le cœur se ralentit et s'affaiblit progressivement. Les déjections, copieuses le premier jour, parce qu'elles renferment alors le résidu de l'alimentation des jours précédents, deviennent rares les jours suivants: mais, dans les trois derniers jours de la vie, elles augmentent de quantité, et présentent quelquefois l'apparence d'une diarrhée colliquative. Leur [illegible] est intimement lié à la perte diurne de poids : aussi, sauf l'âge des animaux, Chossat estime que rien ne paraît exercer sur la durée de la vie une influence comparable à celle de leur quantité, cette durée et cette quantité étant presque toujours en raison inverse l'une de l'autre. Chossat a étudié aussi les effets d'une *alimentation insuffisante*, c'est-à-dire d'une simple [illegible] tion, soit dans la quantité, soit dans la nature de l'aliment. Dans une série d'expériences [illegible] animaux recevaient à la fois des aliments et de l'eau, dans la seconde des aliments sans eau [illegible] de l'eau sans aliments. Chez les premiers, identité presque absolue de la perte intégrale proportionnelle avec celle qui s'observe dans l'abstinence complète; mais la durée de la vie a été [illegible] Si le chiffre des aliments va toujours en décroissant, au lieu d'être abaissé tout à coup [illegible] quantité déterminée à laquelle on le maintient ensuite, la perte proportionnelle paraît [illegible] dépasser 0,4, avant que la mort s'ensuive. Les expériences de Chossat ont confirmé que [illegible] est plus ou moins prolongée quand on fournit de l'eau aux animaux privés de nourriture [illegible] fluence conservatrice de l'eau est surtout prononcée chez les animaux à sang froid, évidente chez les mammifères, nulle chez les oiseaux. La boisson n'agit ainsi que quand l'animal la prend lui-même; comme la privation d'aliments éteint presque entièrement la soif, les pertes journalières étant loin d'être représentées par l'eau que boivent les animaux, si l'on veut ingérer une quantité d'eau proportionnée à ces pertes, la vie, loin d'en être prolongée, est sensiblement abrégée ; l'animal périt plus vite, et il ne supporte qu'une perte de poids moindre que s'il eût été privé de boisson, parce que l'eau ingérée hors de proportion avec la soif, entraîne une grande dilution du sang et la formation d'épanchements dans les cavités séreuses. — Il était intéressant de déterminer la quantité d'acide carbonique exhalé et la composition des déjections fournies pendant l'inanition. C'est ce qu'a fait Boussingault (*Ann. de chim.*, 1844, t. XI) en opérant sur une tourterelle placée dans une température de 7 à 12 degrés, et ayant à sa disposition de l'eau distillée, dont elle ne but que fort peu en sept jours que dura l'expérience. L'oiseau maigrit considérablement; quoique se tenant toujours perché, il était dans un état de [illegible] dont il ne sortait qu'à de rares intervalles. A toutes les époques de l'expérience, il a [illegible] sensiblement la même quantité d'acide carbonique dans un temps donné, et moins aussi pendant le sommeil que durant l'état de veille, comme il arrive dans le cas d'alimentation normale [illegible] carbone brûlé en vingt-quatre heures a été de 2 gr. 270, tandis que, chez une tourterelle [illegible] avec du millet, il était de 5 gr. 1. Pendant la durée de l'inanition, l'animal rendit des [illegible] excrémentitielles demi-liquides, glaireuses, d'un vert d'herbe, dont la masse quotidienne [illegible] poids de 0,3935 (supposée sèche), contenait, carbone 0,1257, hydrogène 0,0171, oxygène [illegible] et azote 0,0974; tandis que les excréments quotidiens d'une tourterelle nourrie de millet [illegible] rent ; carbone 1,341, hydrogène 0,164, oxygène 1,182, azote 0,299. Le carbone, il

des aliments, et qui en rejette des parties incapables d'être digérées (1).
les belles découvertes d'Ehrenberg; non seulement tous les infusoires
ouche entourée de cils, mais encore on peut, en nourrissant ces animaux
ces colorées, déterminer la forme de leurs organes digestifs, qui fournit
on caractère pour les partager en plusieurs groupes. Les uns, privés
et d'anus, sont pourvus de plusieurs estomacs; qui communiquent avec
, comme les monades, etc.; les autres ont un intestin complet, avec
anus. L'intestin, muni de nombreux estomacs pédiculés et terminés en
, décrit quelquefois un cercle, de manière que l'anus et la bouche sont
près de l'autre, au pourtour cilié de l'extrémité supérieure, comme chez
les; ou bien l'anus et la bouche occupent les deux bouts du corps; ail-
nation de la bouche et celle de l'anus alternent, l'un ou l'autre se trou-
rémité du corps; parfois les deux orifices sont situés au ventre. Ehren-
ouvert les dents pharyngiennes chez un infusoire pourvu d'un canal intes-
oxodes cucullulus.
fères, qui excitent un tournoiement dans l'eau, au moyen des organes
garnis de cils dont leur tête est garnie, possèdent un intestin simple,
bouche à l'anus, qui est rarement pourvu de cæcums. Ehrenberg a dé-
système dentaire chez plusieurs d'entre eux. La plupart ont deux corps
e glanduleuse au commencement de leur intestin.
acalèphes, il n'y a ni anus ni intestin. Les aliments passent de la bouche
mac, qui se ramifie, à la manière d'un vaisseau, dans l'intérieur du corps
, comme chez les méduses; ou bien ils sont pompés par les suçoirs des
es conduisent dans l'estomac central, comme chez les rhizostomes; quel-
paraissent être absorbés par des suçoirs, et transportés, sans qu'il y ait
tomacale, dans des canaux digestifs ramifiés, comme chez les bérénices
Là même où il existe un estomac, on voit partir de cet organe des em-
nts vasculiformes, qui se répandent dans l'intérieur de l'animal. Chez les
ui sont, les uns libres, les autres fixés, et tantôt simples, tantôt réunis sur

des déjections recueillies dans un jour d'inanition n'étaient donc que 1/10 des mêmes
npris dans les excréments provenant d'une alimentation normale : pour l'azote, on
aintenant si, d'une part, on représente la composition du sang (privé de cendres),
54,4, hydrogène 7,5, azote 15,9, oxygène 22,2, et que, d'un autre côté, on admette
xhalé par la respiration des granivores est la moitié de celui qui se trouve dans les
on a, pour la totalité de ce principe rendu en vingt-quatre heures par la tourterelle
, dans les déjections 0,0971, dans la respiration 0,0485, quantité qui représente
ng sec, renfermant carbone 0,498, hydrogène 0,069, oxygène 0,203, azote 0,145.
ité de carbone est ici beaucoup trop faible, puisqu'on a reconnu, par l'observation
la tourterelle en exhale réellement 2,405, nombre auquel il faut ajouter les 0,120
es déjections. Boussingault conclut donc de là que la graisse contenue dans l'orga-
bue à prolonger la vie des animaux privés de nourriture. Enfin, cet habile observa-
déterminer la rapidité avec laquelle une tourterelle inanitiée tendrait à revenir à
tial, en lui accordant des aliments. Les deux premiers jours, l'augmentation du
nsidérable; mais il y eut tout à coup un temps d'arrêt : après sept jours de nourri-
ite, l'animal avait retrouvé toute sa vivacité, mais il n'avait recouvré qu'à peu près
du poids qu'il avait perdu : il revint en chair, mais n'engraissa pas, ne fut pas
condition de gras où il était au commencement de l'expérience. (*Note du trad.*)
ur les animaux agastriques Meyen, dans *Act. nat. cur.*, t. XVI, *suppl.*

un polypier, les organes digestifs varient : ici, ils sont simples, et consistent en u estomac en cul-de-sac, comme chez les actinies, les fungines, les madréporines, le tubiporines, les corallines, les pennatulines, les alcyonines, les millepores, les tulaires, les hydres; là, ils se composent d'un canal intestinal court, dont l'a s'ouvre auprès de la bouche, comme chez les alcyonelles (1).

La structure des organes digestifs varie beaucoup chez les entozoaires. Dans le cystiques, la cavité vésiculiforme du corps semble en tenir lieu : c'est du moins qui paraît arriver chez les cysticerques et les cœnures. Mehlis dit que, dan cestoïdes, l'intestin, d'abord simple, ne tarde pas à se bifurquer. Chez les tré todes, il n'y a pas d'anus, et le canal intestinal se divise à la manière d'un v quoique ces animaux, par exemple les distomes, semblent posséder encore un système vasculaire, qui s'abouche à l'extrémité postérieure, et qui comm peut-être avec les ramifications les plus grêles du canal intestinal (2). Chez les thocéphales, l'anus manque, et l'intestin bilobé se termine en cul-de-sac. Les matoïdes ont un intestin utriculiforme, avec une bouche et un anus situés à l' posé l'un de l'autre. Chez les vers d'eau douce et d'eau salée qui se rapproch beaucoup des entozoaires, et surtout des trématodes (*Planaria*, *Prostoma*, *rostoma*, etc.), on rencontre aussi des différences très remarquables : les *Pro* et *Derostoma* ont un intestin simple, avec une bouche et un anus, tandis que planaires ont un intestin ramifié, sans anus, avec une bouche placée à la face i rieure du corps.

Dans la classe des radiaires, l'intestin est quelquefois complet, avec bouc anus, comme chez les holothuries, les oursins et les crinoïdes; chez les holoth la bouche occupe une des extrémités du corps, et l'anus l'autre; chez les ours bouche est située au milieu de la face inférieure, et l'anus tantôt au sommet, c dans l'*Echinus*, tantôt au bord, comme dans le *Spatangus*; chez les crinoïdes, que les comatules, la bouche et l'anus se voient au côté ventral. Les astéries dénuées d'anus pour la plupart (ophiures, *Astropecten*, *Luidia*, *Ctenodi* toutes les autres astéries en ont au côté dorsal (3). Dans les ophiures, l'estom borne au disque, tandis que, chez les astéries, il envoie des prolongements r et en cul-de-sac dans les bras.

Le canal intestinal des annélides, des crustacés, des arachnides et des i a toujours bouche et anus; mais son organisation présente une multitude de riétés. Je citerai seulement, comme faits remarquables, la manière dont l'i extrêmement court, des *Phalangium* se trouve agrandi par des divertic forme de cœcums, l'appareil dentaire qui existe dans l'estomac des écrevi de plusieurs insectes (orthoptères), enfin la complication de l'estomac chez ques insectes carnivores. En général, le canal intestinal des insectes se comp l'œsophage, d'un jabot, qui n'appartient toutefois qu'à quelques hyménop aux lépidoptères et aux diptères, d'un gésier musculeux, garni de dents lames cornées à l'intérieur, qui se rencontre chez les coléoptères carna

(1) Hemprich et Ehrenberg, *Symbolæ physicæ*. Berlin, 1832. — *Comp.* Meyen, *Nov. act. nat. cur.*, t. XVI, *suppl.*

(2) Mehlis, *De distomate hepatico et lanceolato*. Gœttingue, 1825.—Laurer, *Disq de amphistomo conico*. Gripswald, 1830.

(3) Mueller et Troschel, dans Wiegmann's *Archiv*, t. VI, p. 318.

plupart des orthoptères, de la portion d'intestin dans laquelle se forme le et qui s'étend jusqu'à l'insertion des vaisseaux de Malpighi, vulgairement canaux biliaires, enfin de l'intestin terminal, qui s'étend de ce dernier l'anus.

: les animaux vertébrés, l'estomac n'est ordinairement qu'une simple dila- de l'intestin. Ce dernier, en général court chez les poissons, a quelquefois ·faut de longueur compensé par des saillies de sa membrane muqueuse ; chez les raies et les squales, sa paroi interne forme une valvule spirale, éten- epuis l'estomac jusqu'à l'anus. L'anus des poissons se trouve placé la plupart ups au-devant de l'orifice des organes génito-urinaires.

tomac des oiseaux offre une complication qu'on ne rencontre pas encore chez ssons et les reptiles. Outre qu'il est à peu près général, dans cette classe, de œsophage offrir un appendice sacciforme, le *jabot*, dans lequel les aliments ent un ramollissement préliminaire, et qui ne manque que chez les grimpeurs, assiers, les palmipèdes, les insectivores et les struthioniens, l'estomac lui- se divise en deux portions, savoir l'estomac glanduleux (*proventriculus*), on du cardia, dont les parois renferment, entre les tuniques musculeuse et use, une couche entière de follicules glandulaires, et l'estomac musculeux, *ier*, qui succède immédiatement au précédent. Chez les oiseaux carnassiers, ois du gésier sont minces ; mais elles ont beaucoup d'épaisseur chez les : herbivores, où la couche musculaire forme deux énormes plans charnus, membrane muqueuse est couverte d'une épaisse couche d'épithélium cal- *e* gros intestin, court et étroit, possède à son origine deux cœcums, qui tout beaucoup de longueur chez les oiseaux destinés à vivre de végétaux. tum s'ouvre, comme chez les reptiles, dans le cloaque, conjointement avec duits excréteurs des organes urinaires et des organes génitaux.

: les mammifères, il y a une différence importante à établir entre les her- et les carnivores. L'estomac glanduleux ne constitue pas un organe à part, : chez les oiseaux, mais il est représenté par un amas de glandes qu'on re- : au cardia de quelques mammifères, tels que le castor, le phascolome et (1).

: plusieurs rongeurs, comme le hamster et le rat d'eau, l'estomac se di- jà en deux moitiés. Il a trois compartiments dans le kanguroo géant, et quatre chez les paresseux. Dans la famille des quadrumanes, le semnopi- , d'après Otto, et le *Colobus*, d'après Owen, ont un estomac composé de arties, une portion cardiaque, à parois lisses et simples, une portion en de sac très large, et un long canal ressemblant au gros intestin. Chez les ınts, l'estomac est toujours formé de quatre portions. Cependant la compli- de l'estomac n'est pas un caractère général chez les mammifères herbivores ; ui des solipèdes est simple, et la seule chose qui y annonce l'existence de ırs portions, c'est que celle qui avoisine le cardia est tapissée par l'épithélium ophage. L'estomac des pachydermes est simple, excepté chez le pécari et potame, qui ont le leur garni d'appendices particuliers ou de dilatations sac-

lome, *Lectures on comparative anatomy*, vol. II. — Muller, *De glandul. struct.*, tab. I, 0.

ciformes. Chez les ruminants, qui ont quatre estomacs, le dernier seul ressemble à celui des autres mammifères, par la nature acide de sa sécrétion ; les trois précédents, qui sont encore couverts d'épithélium, ne peuvent être considérés comme des compartiments de la portion cardiaque de l'œsophage et de l'estomac, ayant pour destination de faire subir un ramollissement préalable à la nourriture végétale. Parmi ces trois compartiments, le premier, qu'on appelle *panse*, et qui est très grand, se fait remaquer par les nombreuses saillies aplaties de sa surface interne ; les aliments y subissent peu de changement, et y sont abandonnés à l'action de la salive ; le second, plus petit, et qui communique avec le précédent par une large ouverture, porte le nom de *bonnet*, et sa membrane interne offre des plis celluliformes dentelés ; le troisième, ou le *feuillet*, doit son nom au grand nombre de plis longitudinaux et saillants de sa membrane interne, qui ressemblent aux feuillets d'un livre. Le fourrage, après avoir été ramolli pendant quelque temps dans les deux premiers estomacs, repasse dans l'œsophage et de là dans la bouche ; dès qu'il a subi une seconde mastication, qui constitue l'acte de la rumination, il passe de l'œsophage dans le troisième estomac, et de celui-ci, par une ouverture plus étroite, dans le quatrième, la *caillette*, qui a une membrane muqueuse plus molle, et une forme allongée, presque semblable à celle d'un intestin. L'animal, en fermant la gouttière par laquelle la panse et le bonnet communiquent avec l'œsophage, permet au bol alimentaire de passer directement de celui-ci dans le troisième estomac (1). Dans la famille des cétacés, l'estomac est compliqué tant chez les herbivores que chez les carnivores : le manati, qui vit de végétaux, a le sien pourvu de plusieurs sacs ; celui de la baleine, qui est carnivore, présente cinq compartiments et plus.

Le canal intestinal est, en général, beaucoup plus court chez les mammifères carnassiers, et la différence est moins sensible entre l'intestin grêle et le gros. Au contraire, le côlon est très ample et fort long chez la plupart des herbivores. Le cæcum présente aussi des différences remarquables, qui se rattachent presque partout au genre de nourriture. Généralement parlant, cet intestin est très court chez les carnassiers, et fort long chez les solipèdes, les ruminants et la majeure partie des rongeurs : il a, par exemple, deux pieds chez le castor et deux et demi chez le cheval. Le dasyure, parmi les marsupiaux, n'offre aucune trace ni de cæcum ni de distinction entre le gros intestin et le grêle.

Les mammifères herbivores fournissent des exemples du passage de la nourriture animale à la nourriture végétale, puisqu'après leur naissance ils vivent du lait maternel ; le premier estomac des ruminants est petit tant que dure l'allaitement. Les changements que l'intestin des grenouilles subit, par l'effet des métamorphoses, sont plus considérables ; les têtards ont un canal intestinal d'une longueur extraordinaire, et paraissent vivre principalement de végétaux.

Le résultat le plus général de cet aperçu sommaire, dont les détails appartiennent à l'anatomie comparée, est que la digestion des végétaux exige incomparablement plus d'appareil que celle de la viande. La relation intime qui existe entre l'organisation tout entière d'un animal et son genre de nourriture a été si admirablement peinte par Cuvier, que je ne puis résister au plaisir de citer ici les propres paroles de ce naturaliste :

(1) Flourens, *Mémoires d'anatomie et de physiol. comparées*, Paris, 1843, p. 38.

Tout être organisé forme un ensemble, un système unique et clos, dont les
es se correspondent mutuellement, et concourent à la même action définitive,
une réaction réciproque. Aucune de ces parties ne peut changer sans que les
s changent aussi, et par conséquent chacune d'elles, prise séparément, in-
e et donne toutes les autres : ainsi, si les intestins d'un animal sont organisés
manière à ne digérer que de la chair et de la chair récente, il faut aussi que ses
moires soient construites pour dévorer une proie ; ses griffes, pour la saisir et
chirer ; ses dents, pour la couper et la diviser ; le système entier de ses or-
s du mouvement, pour la poursuivre et pour l'atteindre ; ses organes des sens,
l'apercevoir de loin ; il faut même que la nature ait placé dans son cerveau
inct nécessaire pour savoir se cacher et tendre des piéges à ses victimes.
s seront les conditions générales du régime carnivore : tout animal destiné
ce régime les réunira infailliblement, car sa race n'aurait pu subsister sans
; mais sous ces conditions générales il en existe de particulières, relatives à
ndeur, à l'espèce, au séjour de la proie pour laquelle l'animal est disposé ;
chacune de ces conditions particulières résultent des modifications de détail
les formes qui dérivent des conditions générales : ainsi, non seulement la classe,
l'ordre, mais le genre, et jusqu'à l'espèce, se trouvent exprimés dans la
e de chaque partie. En effet, pour que la mâchoire puisse saisir, il lui faut
certaine forme de condyle, un certain rapport entre la position de la résistance
le de la puissance avec le point d'appui, un certain volume dans le muscle
phite, qui exige une certaine étendue dans la fosse qui le reçoit, et une cer-
convexité de l'arcade zygomatique, sous laquelle il passe ; cette arcade zygo-
ue doit aussi avoir une certaine force pour donner appui au muscle masseter.
que l'animal puisse emporter sa proie, il lui faut une certaine vigueur dans
scles qui soulèvent sa tête, d'où résulte une forme déterminée dans les ver-
s, où ces muscles ont leurs attaches, et dans l'occiput, où ils s'insèrent. Pour
s dents puissent couper la chair, il faut qu'elles soient tranchantes, et qu'elles
ent plus ou moins, selon qu'elles auront plus ou moins exclusivement de la
à couper. Leur base devra être d'autant plus solide qu'elles auront plus d'os,
plus gros, à briser. Toutes ces circonstances influeront aussi sur le développe-
de toutes les parties qui servent à mouvoir la mâchoire. Pour que les
s puissent saisir cette proie, il faudra une certaine mobilité dans les doigts,
certaine force dans les ongles, d'où résulteront des formes déterminées dans
s les phalanges, et des distributions nécessaires de muscles et de tendons ; il
a que l'avant-bras ait une certaine facilité à se tourner, d'où résulteront en-
des formes déterminées dans les os qui le composent. Mais les os de l'avant-
s'articulant sur l'humérus, ne peuvent changer de forme sans entraîner des
gements dans celui-ci. Les os de l'épaule devront avoir un certain degré de
té dans les animaux qui emploient leurs bras pour saisir, et il en résultera
e pour eux des formes particulières : le jeu de toutes ces parties exigera dans
leurs muscles de certaines proportions, et les impressions de ces muscles ainsi
rtionnés détermineront encore plus particulièrement les formes des os.....
n mot, la forme de la dent entraîne la forme du condyle, celle de l'omoplate,
des ongles, tout comme l'équation d'une courbe entraîne toutes ses propriétés ;
e même qu'en prenant chaque propriété séparément pour base d'une équation

particulière, on retrouverait et l'équation ordinaire, et toutes les autres propri quelconques, de même l'ongle, l'omoplate, le condyle, le fémur, et tous les os pris chacun séparément, donnent la dent ou se donnent réciproquement ; commençant par chacun d'eux, celui qui possèderait rationnellement les l'économie organique pourrait refaire tout l'animal (1). »

Membrane interne de l'intestin.

Déjà, en traitant de l'origine des vaisseaux lymphatiques (p. 201), j'ai la structure des villosités intestinales et du rôle qu'elles jouent dans l'ab Ici, je dois encore mentionner les glandes qui sont logées dans la membr queuse de l'intestin grêle. On distingue trois sortes de ces glandes :

1° Les glandes de Lieberkühn. Ce sont les innombrables petits trous ou cements, perceptibles seulement à l'aide de la loupe, qui se pressent à côté des autres dans toute la longueur de l'intestin grêle, et qui, lorsqu'on em grossissement suffisant, donnent à la membrane muqueuse l'apparence d'un

2° Les glandes de Brunner. Elles n'existent que dans le duodénum, où el ment une couche de glandes composées.

3° Les glandes de Peyer. Ces organes, qui occupent toujours la portion testin opposée à l'insertion du mésentère, sont demeurés une énigme ju jour. Le mémoire de Rudolphi (2) ne nous a fait connaître que les traits généraux des différences de forme offertes par ces points de la membra queuse, qui sont presque toujours ovales et plus épais. Comme les glandes ont acquis une grande importance dans ces derniers temps, à cause de morbides auxquelles elles sont sujettes, notamment des pustules et des qui s'y développent dans la fièvre typhoïde, il était nécessaire d'acquérir naissance exacte de leur structure, afin de savoir enfin quelles sont les part subissent alors des changements morbides, et en quoi consistent ces change

Pour étudier les glandes de Peyer, il faut choisir l'intestin d'un homme faite santé, par conséquent celui d'un sujet qui ait succombé à une mort car elles changent beaucoup dans une foule de maladies chroniques, celles du canal intestinal, et, si on les examinait en de telles circonstances, on une bien fausse idée de ce qu'elles sont dans l'état normal. Toutes les fois ressemblent à de petites cellules placées les unes à côté des autres, le tube taire n'était pas sain, attendu que, dans l'état de santé, elles n'ont rien de avec des cellules ouvertes ou des follicules.

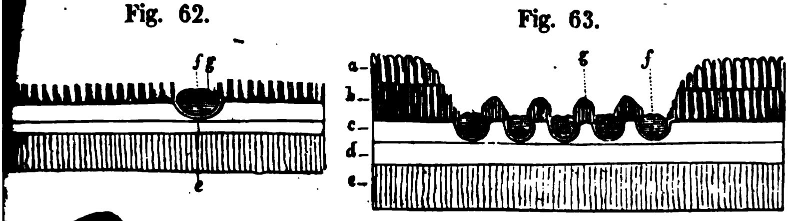
Si l'on examine le fond de la membrane muqueuse des glandes de Pey les villosités qui reposent sur elles, on reconnaît que les petits trous (gl Lieberkühn) dont cette membrane est semée dans toute l'étendue de l' grêle, existent également ici en grand nombre, entre les villosités, sans diffèrent en rien de ce qu'ils sont dans le reste du canal. Mais on découvre entre les villosités, des parties blanches et arrondies de la membrane mu qui ont plus d'étendue, leur largeur étant d'une ligne : ces parties, peu chez l'homme, le sont assez chez les animaux, et ressemblent à des papil

(1) Cuvier, *Discours sur les révolutions de la surface du globe*, Paris, 1840, p.

(2) *Anat. physiol. Abhandlungen*. Berlin, 1802.

es ; dans d'autres cas, elles ont quelque analogie avec les papilles caliciformes de langue ; car (par exemple chez le lapin et le chat) elles sont entourées d'un sillon culaire, et présentent une surface plus plane. Chez l'homme, elles dépassent à ne la surface de la membrane muqueuse, et n'ont pas de sillon qui les borde. ns tous les cas, elles sont entourées d'une couronne d'ouvertures qui ressemblent à fait aux petits trous qu'on trouve entre les villosités sur le reste de la mem-e, ou aux glandes microscopiques de Lieberkühn. Je les ai représentées s le chat (1), où il y a cela de particulier encore que, tout autour de la cou- d'ouvertures, se dessine un pli très fin en forme de gaîne. Boehm en a é la structure chez un grand nombre d'animaux et chez l'homme, et il a que ces corps sont toujours des capsules creuses. Leur contenu est un blanchâtre, dans lequel nagent beaucoup de globules plus petits que les cules du mucus (2). Tous les efforts qu'on a faits pour en exprimer une

Fig. 62. Fig. 63.



démontrer en eux une structure folliculaire, ont échoué : la e fait rtir non plus par les ouvertures rondes (3).

t de là que glandes de Peyer ne contiennent pas de follicules largement s ni de cellule On ignore encore ce que sont ces petits sacs. C'est seule- par la destructi de la surface des points blancs, et dépourvus de pores, que duisent les folli les ou cellules qu'on aperçoit si souvent et si aisément le cas de maladie .

De gland. struct., ta , fig. 11.

La figure 62 représen d'après Lacauchie, la coupe en profil des tuniques du gros intestin en : a glandes de Li rkühn, formant une couche régulière en avant de la tunique se, sur laquelle elles ppuient ; f glande solitaire, ou follicule muqueux, du même in- , placé au milieu des ndes de Lieberkühn, dont quelques unes le recouvrent jusqu'au .de son orifice f ; b que fibreuse ; e dépression de cette tunique, qui reçoit la glande e ; c tunique cellu e, dans l'épaisseur de laquelle se trouvent les principaux vaisseaux aisse (car, contr ment aux idées reçues, Lacauchie a trouvé bien positivement de la ans les parois estinales) ; d tunique musculeuse. — La figure 63 représente d'après coupe rofil des tuniques de l'intestin grêle du même animal : b glandes de es et plus étroites que celles du gros intestin ; a villosités placées en avant ubes ; f organes de Pechlin, formant une glande agminée (la plaque de Peyer chez e). Ici, chacun de ces organes est une petite sphère irrégulière, résistante, se logeant ne dépression de la tunique fibreuse, comme le font les glandes solitaires du gros intestin ; e fibreuse ; le reste comme dans la figure précédente.

, *De structura glandularum intestinalium penitiori*. Berlin, 1834. — Cependant il t, suivant Krause, une communication entre les pores et les capsules, de sorte que ce lame encore de nouvelles observations. Il ne m'est pas possible de distinguer des glandes, es ordinaires de Lieberkühn, les pores qui entourent les capsules.

En étudiant la membrane muqueuse d'un canal intestinal soumis à une injection continue Lacauchie (*Études hydrotomiques et microscopiques*. Paris, 1844) est parvenu à en

CHAPITRE III.

Des mouvements du tube alimentaire.

La tunique musculeuse du canal intestinal est du nombre des parties [illegible] nerf grand sympathique. Le système nerveux des mouvements volontaires n'a [illegible] d'influence immédiate sur elle : il n'en exerce qu'une limitée, qui se manifeste [illegible] les nombreuses sympathies de l'appareil digestif avec le cerveau et la moelle [illegible]nière. Le commencement et la fin de cet appareil sont les seules parties dont [illegible] muscles qui obéissent au système nerveux cérébro-rachidien, et par consé[illegible] aux ordres de la volonté. Ce sont, d'un côté, les muscles de la bouche, de la [illegible]cation et de la déglutition, de l'autre, ceux de l'anus. Le pharynx est encore [illegible] volontairement; mais l'œsophage et l'estomac ne le sont plus, quoique tous [illegible] reçoivent leurs nerfs de la paire vague.

L'explication du fait n'a pas encore été donnée. La structure des fibres [illegible]

débrouiller la texture. Cette membrane, tant dans l'estomac que dans les intestins, est [illegible] pour la plus grande partie, d'un nombre immense de tubes, très longs et très étroits à l'es[illegible] plus longs et plus courts dans les intestins, mais si courts chez l'homme, qu'en exami[illegible] membrane adhérente aux autres tuniques, et seulement après l'avoir lavée, le corps de cet [illegible] n'a pas été vu, et qu'on n'a aperçu que les orifices, signalés d'abord par Ruysch. Galeati [illegible] le premier ces tubes, qui constituent les glandes dites de Lieberkühn, et que Lacauchie [illegible] d'appeler *glandes digestives*, parce qu'il les regarde comme les organes sécréteurs des sucs [illegible]vants nécessaires à la digestion. Dans les gros intestins, on trouve, en outre, des *glandu[illegible]taires*, follicules mucipares d'autant plus nombreux, qu'on se rapproche davantage de l'[illegible]mité terminale du rectum. Chacun de ces follicules est un petit corps lenticulaire, [illegible] ouvert au centre de la face qui répond à la cavité de l'intestin. Perdu au milieu des [illegible] digestives, il se tient à leur niveau en dedans, tandis qu'en dehors, c'est-à-dire par [illegible] adhérent, il les dépasse et s'incruste dans la tunique fibreuse, qui se déprime pour le [illegible] Dans l'intestin grêle, on remarque : 1° Les *glandes digestives*, petits tubes moins rappro[illegible] uns des autres que dans le gros intestin, et plus nombreux que les villosités ; 2° les *glandu[illegible]taires*, plus nombreuses et plus développées aussi, qu'on trouve surtout dans le duodénum [illegible] près de la valvule iléo-cæcale; 3° les *glandes agminées*, ou *de Peyer*, *plaques gaufrées*, [illegible] plus nombreuses qu'elles se rapprochent davantage de la fin de l'intestin grêle, toujours [illegible] sur la ligne de la muqueuse qui répond au bord libre du tube intestinal, excepté à la [illegible]férieure de l'iléum, où elles forment un cercle irrégulier, mais complet, sur la face [illegible] valvule de Bauhin. Toutes les plaques d'une certaine étendue sont allongées dans le [illegible] grand axe de l'intestin; les plus petites sont assez régulièrement circulaires. L'organe [illegible] de chacune est un petit follicule, dix à quinze fois plus gros qu'une glande de Lieberkühn [illegible]vrant par un orifice large, que l'œil seul voit bien, et dans lequel on introduit sans [illegible] pointe d'une aiguille. Ce follicule fait, au-dessous de la membrane muqueuse, une [illegible] dépasse les autres organes constituants de cette membrane, et il adhère fortement au [illegible] sous-jacent. Il n'y a pas de glandes agminées sur les valvules conniventes; 4° les *glandes de Brunner* n'existent chez l'homme que dans la longueur du duodénum; elles sont très [illegible] et très rapprochées les unes des autres. Chacune d'elles se présente sous la forme d'une [illegible] masse blanchâtre, placée dans la couche celluleuse sous-muqueuse. Au microscope, [illegible] semble à une grappe appendue à un canal excréteur assez long, qui traverse la membrane mu[illegible]queuse, pour s'ouvrir à la surface par un orifice très étroit et que l'œil seul n'aperçoit [illegible] ignore le rôle physiologique des sucs sécrétés par les glandes agminées et par celles de Brunner.
(*Note du trad.*)

›s de ces organes n'est point la même, car les muscles du pharynx ont des fibres nitives noueuses et des faisceaux primitifs striés en travers, ce qu'on ne voit pas s le reste du canal intestinal. Mais on peut aussi attribuer le phénomène à une ›rence dans l'influence nerveuse : 1° en admettant que la partie inférieure de la e vague, qui forme les plexus œsophagiens, perd son caractère de nerf soumis volonté par son mélange avec les filets du grand sympathique qui viennent s'y lre, tant sur le trajet du nerf récurrent qu'à l'estomac même ; 2° en accueillant pothèse d'Arnold, de Scarpa et de Bischoff (1), qui pensent que la force mo- : de la paire vague ne lui appartient pas originairement, que cette paire est par même un nerf purement sensitif, et que la force motrice lui vient du nerf soire, par le nerf pharyngien et les nerfs laryngés. Cependant la racine de la : vague contient déjà des fibres motrices, et, quand on l'irrite, elle détermine convulsions du pharynx, phénomène dont j'ai parlé il y a longtemps, et que mann a observé de nouveau dans ces derniers temps (2).

'influence motrice de la paire vague sur l'œsophage et l'estomac n'est pas seule- t soustraite à la volonté : elle est encore limitée. Quelques observateurs, Ma- ie, Volkmann et moi-même, ont constaté qu'on ne détermine jamais aucun vement dans l'estomac en l'irritant. Le contraire a été vu cependant par Tie- ınn, Bischoff et Longet. Ce dernier prétend que le mouvement n'a lieu qu'au de quelques secondes, ce qui rappelle les parties soumises à l'influence du l sympathique (3).

Déglutition.

déglutition comprend trois actes. Le premier fait cheminer la bouchée d'ali- s entre la surface de la langue et la voûte palatine, jusque derrière les piliers ieurs du voile du palais ; le second la pousse jusque sur les constricteurs du ynx ; le troisième détermine sa descente dans l'œsophage. Ces trois actes se dent avec une rapidité extrême. Le premier est accompli volontairement par uscles de la langue, sous l'influence du nerf hypoglosse ; le second s'opère à la › par le concours de muscles qui obéissent aux ordres de la volonté, comme les les supérieurs et inférieurs du voile du palais, mais il n'en est pas moins in-

Nervi accessorii anat. et physiol. Heidelberg, 1832.

Muellers's *Archiv*, 1841, p. 347, 360.

Longet, après avoir ouvert la poitrine et l'abdomen chez des chiens, irrita mécanique- galvaniquement les cordons œsophagiens de la paire vague, préalablement séparés de age (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 322). Chez un certain nombre de ces animaux, des tions manifestes eurent lieu, non pas instantanément, mais au bout de cinq à six se- . Longet a vu parfois l'organe se partager ainsi en deux portions, l'une pylorique, l'autre ie, et sa coarctation être portée au point qu'il était comme étranglé dans le milieu. Sur chiens, les mouvements de l'estomac furent difficiles à apercevoir, ou même manquèrent ement, quoiqu'on fît usage du même mode d'irritation. Longet, en recherchant la cause différence, reconnut que, si l'irritation mécanique ou galvanique des cordons œsopha- durant la chymification, provoque dans les parois de l'estomac les mouvements les plus , ceux-ci, malgré l'irritation, sont souvent inappréciables, quand le viscère est tout à , d'où il conclut que la paire vague n'est pas toujours chargée de la même quantité de nerveuse motrice, et que celle-ci augmente pendant la digestion stomacale, hypothèse qui peu satisfaisante. (*Note du trad.*)

volontaire : car, dès qu'une bouchée d'aliments, une gorgée de bois[illegible]
a dépassé un certain point de la langue, il devient irrésistible, par l'é[illegible]
vement réflexe, parce que l'effet centripète propagé au cerveau [illegible]
tation sensorielle revient de l'encéphale avec un effet centrifuge sur l[illegible]
trices. Le troisième a lieu involontairement, par une série de mouv[illegible]
peuvent jamais dépendre de la volonté.

L'accomplissement du second acte est une opération très compliqu[illegible]
les auteurs ont émis des opinions très diverses. Pour le concevoir,
avoir une idée exacte des situations que prennent les piliers du voile
les différents mouvements de cet organe. On sait que le voile du pal[illegible]
chaque côté, deux espèces de colonnes (piliers), disposées en arc[illegible]
antérieurs sont formés par les muscles glosso-palatins, et les post[illegible]
pharyngo-palatins. Chaque pilier antérieur est séparé du postérieu[illegible]
qui loge l'amygdale. Cet écartement tient à ce que le pilier anté[illegible]
sur les côtés de la langue, et le postérieur sur les côtés du pharyn[illegible]
haut ils convergent l'un vers l'autre jusqu'à la luette, qui peut en
comme le point de départ. Suivant Dzondi (1), les deux piliers an[illegible]
concert avec la langue, l'office d'un muscle sphincter, et c'est avec
considérant collectivement on leur donne le nom de constricteur
gosier. Les deux piliers postérieurs produisent le même effet, qu[illegible]
d'insertion en haut et en bas sont fixés. Or, le voile du palais étant [illegible]
péristaphylin externe, quand les piliers postérieurs se rapprochen[illegible]
à leur partie inférieure, par la contraction du pharynx lui-mê[illegible]
muscles pharyngo-palatins doit faire qu'ils se rapprochent égale[illegible]
leur longueur, à l'instar d'une paire de rideaux, et qu'ainsi le pass[illegible]
entre eux se trouve réduit à une espèce de fente, un peu plus [illegible]
Dzondi a fait voir que, durant la déglutition, les piliers postérieur[illegible]
au point d'arriver presque à se toucher. Si l'on explore le fond d[illegible]
doigt pendant qu'on essaie d'avaler, ou si, après s'être placé dev[illegible]
avoir abaissé la langue, on fait des efforts de déglutition, on voi[illegible]
chement a lieu réellement, et qu'il permet aux muscles pharyng[illegible]
duire un plan incliné d'avant en arrière et de haut en bas, qui em[illegible]
d'aliments de se porter vers la partie supérieure du pharynx et [illegible]
térieure des fosses nasales. La luette est alors relâchée et pend l[illegible]
qui reste encore béante entre les piliers. J'ai répété ces expéri[illegible]
trouvées exactes. C'est donc à tort que la plupart des auteurs attr[illegible]
des fosses nasales, pendant la déglutition, au soulèvement du voil[illegible]
vement qui ne pourrait pas établir une séparation complète entre
le phénomène est toujours dû au rapprochement des piliers posté[illegible]

Bidder (2) a bien observé, sur un sujet vivant, chez lequel u[illegible]
mettait d'examiner par le nez la surface du voile du palais, que

(1) *Die Functionen des weichen Gaumens.* Halle, 1831.

(2) *Neue Beobachtungen ueber die Bewegungen des weichen Gaumens.* Do[illegible]
Kobelt dans Froriep's *Neue Notizen*, 1840, n° 35, p. 220. C.-E. Noeggera[illegible]
respiratione, deglutitione observationes quædam. Bonn, 1841.

ant la déglutition, jusqu'au point de devenir horizontal; mais il ne me que cela puisse apporter aucun changement essentiel au plan incliné des haryngo-palatins, car l'élévation du voile du palais et la formation d'un ré sont deux phénomènes qui n'impliquent pas contradiction.

œsophage, qui n'est pas susceptible de mouvements volontaires, chaque la bouchée détermine l'ampliation est sollicité par sa présence à se con-ette contraction ondulatoire marche avec une grande rapidité, comme on ut s'en convaincre chez un cheval qui boit. C'est seulement lorsque les sont trop volumineuses, et les mouvements de déglutition trop rappro-le mouvement s'exécute avec lenteur, et que la progression du bol cause leur. Les bouchées d'aliments et les gorgées de liquide sont à chaque veloppées de parois contractiles, qui s'appliquent immédiatement sur elles: mène n'a pas lieu chez les moribonds, quand l'œsophage est déjà paralysé, les boissons le traversent en produisant un gargouillement.

uvements du troisième acte sont purement involontaires. Ils dépendent musculaires de l'œsophage, qui, dans aucune circonstance, n'obéissent ctions de la volonté. Les muscles qui agissent pendant le second sont sus-de mouvements volontaires, comme ceux de la langue, du voile du palais arynx; en effet, pourvu que l'arrière-gorge soit humide, on peut, sans iments dans la bouche, exercer volontairement des mouvements de déglu-oiqu'il ne soit pas possible de les répéter souvent à la suite les uns des n peut aussi provoquer volontairement une partie de ces mouvements, par e rapprochement des piliers postérieurs du voile du palais, sans qu'il soit besoin d'avaler. En examinant le fond de sa gorge dans un miroir, on a conviction que, même hors du cas de la déglutition, notre volonté peut e l'influence sur les muscles du pharynx. Mais quand plusieurs de ces nts, par exemple ceux de la langue et des piliers postérieurs du voile du accomplissent simultanément, par l'effet soit de la volonté, soit d'une se excitatrice, tous les muscles qui appartiennent à la déglutition et les urs entrent d'eux-mêmes en jeu, et la moindre parcelle d'aliment, de boisson, qui dépasse une certaine limite de la cavité orale, doit irrésis-être avalée (1).

t la déglutition, le larynx s'élève : ce soulèvement, joint à la pression n arrière qu'exerce la langue, applique l'épiglotte sur l'entrée du larynx, re que les aliments ne peuvent point entrer dans ce dernier.

die (2) a confirmé, ce que savait déjà Galien, que la glotte se ferme pen-églutition. Mais il a été trop loin en soutenant, d'après des expériences nimaux, que l'ablation de l'épiglotte n'empêche pas l'accomplissement de n. En admettant que le fait fût constaté, les nombreux exemples qu'on

véritables ophidiens ont les deux moitiés de leur mâchoire inférieure, et jusqu'à un nt aussi celles de leur mâchoire supérieure, susceptibles de s'écarter l'une de l'autre. s longs os articulaires de leur mâchoire inférieure, qui sont suspendus à des os tem-biles, permettent au pharynx d'acquérir des dimensions énormes. La déglutition tient comme l'a très bien dit Rudolphi, à ce que les organes chargés de l'accomplir vont es se mouler sur la grosse proie qu'il s'agit d'engloutir.

n. *sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition.* Paris, 1813.

connaît de phthisie laryngée, et les expériences de Reichel (1) démontrent que la perte de l'épiglotte entraîne une grande gêne de la déglutition (2).

Chez les cétacés, la partie supérieure du larynx, qui affecte ici les formes d'un bec, se relève vers les cavités nasales, et les aliments, pressés par la langue, descendent sur les côtés du larynx, pour arriver dans le pharynx.

Le voile du palais, et généralement aussi l'épiglotte, manquent chez les animaux qui n'appartiennent pas à la classe des mammifères.

Mouvements de l'œsophage.

Magendie a observé, et j'ai constaté le fait, que la partie inférieure de l'œsophage exécute des contractions rhythmiques hors du temps de la déglutition. Ces contractions se dirigent vers le cardia, et sont rapides; elles durent environ une demi-minute, et, suivant Magendie, se prolongent d'autant plus (jusqu'à dix minutes) que l'estomac est plus plein. Elles font place peu à peu à un état de relâchement, bientôt suivi d'une nouvelle contraction. Magendie n'a pu parvenir, pendant la durée de cette dernière, à faire rien passer du contenu de l'estomac dans l'œsophage. Durant le relâchement, les liquides glissaient par le seul fait de leur pesanteur. Ce qui arrivait de cette manière dans l'œsophage était rejeté tout de suite (ce qui avait lieu rarement), ou chassé dans l'estomac par les contractions du conduit (ce qui était le cas ordinaire). On ne doit donc pas se représenter le cardia comme étant toujours clos avec la même force. Le relâchement peut être plus fréquent encore dans le cas de dyspepsie, et il rend raison des phénomènes de l'éructation, de la régurgitation, soit que les contractions de l'estomac chassent le contenu du viscère au moment de l'ouverture du cardia, soit que le rapetissement de la cavité abdominale, conséquence de l'action du diaphragme, exerce une compression sur l'estomac.

Les expériences de Magendie, Legallois et Béclard ont montré que, pendant le vomissement, l'œsophage exécute un mouvement antipéristaltique, c'est-à-dire contraire à celui qui a lieu durant la déglutition. Après avoir injecté de l'émétique dans les veines, ils ont vu les mouvements de ce canal continuer, même lorsqu'il avait été séparé de l'estomac.

(1) *De usu epiglottidis*. Berlin, 1816.

(2) Rudolphi, *Physiologie*, t. II, p. 378. — Lund, *Vivisectionen*, Copenhague, 1825, p. [illegible] Longet (*Arch. gén. de méd.*, 1841) a reconnu, après l'excision de l'épiglotte chez les chiens, que si les aliments solides passent facilement, il n'en est pas de même des liquides, dont la déglutition est suivie d'une toux convulsive. Il rapporte un grand nombre de faits pathologiques à l'appui de cette assertion, et conclut qu'on a eu tort de regarder l'épiglotte comme n'étant pas nécessaire à l'intégrité de la déglutition. Cet organe sert, dit-il, à diriger dans les deux [illegible] du larynx les gouttes de liquide qui, après la déglutition, s'écoule le long du plan incliné de la base de la langue, et à en prévenir la chute dans le vestibule sus-glottique. Il a constaté, en outre, que, dans le second temps de la déglutition, dans le vomissement et dans la rumination, l'occlusion de la glotte continue de s'effectuer après la paralysie de tous les muscles intrinsèques du larynx, par l'action des constricteurs inférieurs du pharynx et des palato-pharyngiens, d'où il résulte que les mouvements de la glotte qui accompagnent ces trois actes sont soumis à d'autres agents musculaires que ceux qui resserrent cet orifice durant la production des phénomènes respiratoires. (*Note du trad.*)

Mouvements de l'estomac.

ıtaut les contractions du robuste gésier des oiseaux granivores sont énergiques, ıt l'action mécanique des dents qui garnissent l'estomac d'un grand nombre 'ustacés et d'orthoptères est puissante, autant, d'un autre côté, les mouve-ts de l'estomac membraneux sont faibles dans l'état de santé. A la vérité, quand uvre un chien ou un lapin vivant, on voit que les parois du viscère ne forment ıne enveloppe flasque à son contenu; mais il n'en fait pas moins un contraste ɔant avec les mouvements péristaltiques continuels des intestins, mouvements ıcite surtout l'action irritante de l'air atmosphérique. Cependant l'action de ımac doit être plus énergique chez les animaux, où les égagropiles, formées ɔoils que ces êtres avalent, montrent souvent des traces sensibles d'un mouve-t de torsion ou de circumduction.

suit de là qu'on se trompe beaucoup lorsqu'on attribue aux mouvements de ımac une grande influence sur la comminution des aliments. Je n'ai jamais vu ɔctement les mouvements péristaltiques de ce viscère (1); c'est pourquoi j'en donner la description d'après Magendie. Pendant les premiers temps de la ıtion, l'estomac reste uniformément distendu; plus tard, la portion pylorique ıntracte dans toute son étendue: c'est là que les aliments convertis en chyle umulent, tandis que ceux dont l'altération n'a pas encore été portée si loin, ıurent dans la portion splénique. Les mouvements péristaltiques persistent, nt Magendie, même après la section de la paire vague. Voici en quoi ils stent: après que l'estomac est demeuré quelque temps immobile, le commen-nt du duodénum se contracte, ainsi que le pylore et la portion pylorique; ce 'ement chasse le chyme vers le duodénum, et il franchit le pylore, quand les nts ont subi une dissolution suffisante dans l'estomac. Les mouvements se ent plusieurs fois; après quoi, ils cessent, pour se répéter après un laps de ı déterminé. Quand l'estomac est plein, le mouvement se borne à la partie la roisine du pylore; à mesure que le viscère se vide, le mouvement s'étend, et t par gagner aussi la portion splénique, lorsque l'estomac est presque vide.

ıumont a observé les mouvements de l'estomac chez un homme qui, par suite coup de feu, portait une large fistule stomacale, dont les bords adhéraient aux ; du bas-ventre (2). Hors le temps de la digestion, l'estomac est contracté. ue les aliments parviennent dans son intérieur, il se meut de gauche à droite, g de sa grande courbure, puis de droite à gauche, le long de sa petite cour-Beaumont a reconnu que les contractions semblent partir des fibres circu-situées à dix ou quinze centimètres de l'extrémité du pylore, et que ces fibres, ıelles il donne le nom de ligament transversal, produisent alors une espèce

Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 318), ayant remarqué qu'ils sont plus manifestes ı de la chymification, pense que ceux qui ne les ont point vus les ont cherchés trop tôt 'ingestion des aliments. Il les a trouvés quelquefois très apparents, surtout vers le pylore, ıe, le plus souvent, ils se produisent, même en ce point, d'une manière lente et peu sen- (*Note du trad.*)

Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Bos-834.

d'étranglement. Lorsque, vers la fin de la digestion, il introduisait la boule d'un thermomètre dans cette région, il rencontrait d'abord une résistance due à un commencement de contraction, mais qui ne tardait pas à céder; alors la boule était attirée de dix à quinze centimètres vers le pylore, avec une certaine force, puis repoussée au dehors avec un léger mouvement de torsion, qui allait cependant quelquefois jusqu'à lui faire décrire une révolution entière; s'il laissait l'instrument libre, il le voyait pénétrer jusqu'à quarante centimètres de profondeur, par conséquent fort avant dans le duodénum, et il avait alors de la peine à le retirer; mais, au bout de quelques minutes, le tube sortait spontanément de dix à quinze centimètres, et il devenait très facile de le retirer tout à fait. Quand on l'enfonçait à gauche du ligament transversal, on pouvait le mouvoir en tous sens, et il s'inclinait la plupart du temps vers le cul-de-sac, sans néanmoins être attiré et retenu, comme il l'était du côté droit. A droite, chaque mouvement vers l'intestin durait de deux à cinq minutes environ; pendant le mouvement en sens inverse, dont la durée était la même, le ligament transversal se relâchait, et le chyme était poussé vers le cul-de-sac, où bientôt il recevait de nouveau une direction opposée. Ces mouvements se répétaient jusqu'à ce que l'estomac fût vide.

Le pylore paraît être tout à fait clos au commencement de la digestion. Son occlusion peut être assez forte pour que, suivant Wepfer, Tiedemann et Gmelin, il ne laisse rien échapper, même après que l'estomac a été séparé du corps. Abernethy soutient que, dans l'homme, les boissons mêmes ont d'abord de la peine à le franchir. Chez une personne qui s'était empoisonnée avec de l'opium, et qui, [illegible] de succomber, avait bu beaucoup, il trouva la totalité du liquide encore contenue dans l'estomac. Suivant Magendie, l'estomac absorbe la plus grande partie [illegible] boissons; cependant, chez le cheval, non seulement l'eau traverse rapidement le pylore pour arriver jusqu'à l'ample cæcum, mais encore une partie du fourrage le franchit avant d'avoir été dissoute. Coleman fit boire beaucoup d'eau à un cheval [illegible] au bout de six minutes, il la trouva parvenue jusqu'au cæcum (1). Vers la fin [illegible] la digestion, le pylore paraît opposer moins de résistance; car on sait qu'il s'ouvre même pour laisser passer des choses non digérées, telles que des noyaux de ce[illegible] et autres corps plus volumineux encore. Home prétend que l'estomac se re[illegible] dans le milieu pendant la digestion; Tiedemann n'a rien vu de semblable ch[illegible] chiens, ni moi non plus (2).

Rumination.

Chez les animaux ruminants, l'œsophage conduit immédiatement dans la [illegible] et le bonnet à la fois; mais il se continue aussi avec le feuillet par un demi-[illegible] D'après les observations de Flourens sur la brebis (3), les aliments, de q[illegible]

(1) Abernethy, *Physiol. lect.*, 180.

(2) Longet (*loc. cit.*, t. II, p. 319) a remarqué plusieurs fois sur des chiens cette co[illegible] qui pourtant est loin d'être constante, et que Bérard (*Voy.* Richerand, *Physiologie*, [illegible]tion, t. I, p. 241) a rencontrée une fois chez un homme qui était mort d'accident [illegible] instants après son repas. (*Note du trad.*)

(3) *Revue encycl.*, 1831, p. 542.—*Mém. d'anat. et de physiol. comp.*, 1844, p. 34.—C[illegible] la critique des expériences de Flourens, dans G.-C. Haubner, *Ueber die Magen[illegible] Wiederkaeuer nach Versuchen*. Anclam, 1837.

ature qu'ils soient, arrivent d'abord dans les deux premiers estomacs à la fois, où s sont ramollis par la salive et les sécrétions de ces organes; puis ils reviennent à ı bouche par une sorte d'éructation, y subissent une nouvelle mastication, et sont valés une seconde fois. Pour connaître ce qui arrive après cette seconde dégluti-ion, Flourens imagina de pratiquer un anus contre nature à chaque estomac, sur es animaux divers. L'ouverture, qu'il pouvait fermer, lui permettait d'observer e qui se passait dans le viscère. Les aliments ruminés descendent bien encore en artie dans la panse et le bonnet; mais la plus grande partie suit la demi-gouttière le l'œsophage, et passe dans le feuillet. Flourens explique de la manière suivante a diversité de route que les aliments suivent après la première et après la seconde léglutition. Dans la première, la bouchée est volumineuse, elle élargit l'œsophage ux dépens de la demi-gouttière, et parvient nécessairement dans le premier esto-mac. La seconde fois, les aliments sont mous, et, ne distendant plus l'œsophage, ls en suivent la gouttière, ce qui n'empêche pas cependant qu'une petite partie uisse arriver aussi dans la panse. Si les contractions rhythmiques, qui ont été bservées par Magendie et par moi à la partie inférieure de l'œsophage, ont lieu ussi chez les ruminants, elles doivent rapprocher les lèvres du demi-canal qui mène dans le feuillet, et le transformer en un canal entier, que les aliments très ténués peuvent bien traverser, mais que les bouchées volumineuses, comme elles de la première déglutition, ne peuvent manquer non plus de distendre (1).

Quant au vomissement, Flourens a trouvé que, si les deux premiers estomacs ussent aisément les aliments pour qu'ils aillent subir la rumination, le quatrième, par l'action duquel a lieu le vomissement proprement dit, ne peut être que difficilement déterminé à produire ce mouvement (2).

Vomissement.

Le vomissement est un mouvement antipéristaltique de l'estomac (parfois aussi une partie de l'intestin) et de l'œsophage, accompagné de nausées et de contractions violentes des muscles abdominaux et du diaphragme. Il peut être excité par une irritation vive qui agit sur le pharynx, l'œsophage, l'estomac ou le canal intestinal, soit immédiatement, soit d'une manière indirecte, par l'intermédiaire des nerfs; il peut aussi survenir spontanément, lorsque la circulation amène, autres parties du corps, les agents propres à stimuler ces organes. En effet, le vomissement est provoqué par le chatouillement du pharynx avec une plume ou avec le doigt, même par la présence d'une bouchée d'aliments qui y fait un trop long séjour, par toutes les causes capables d'exercer une stimulation mécanique et chimique sur l'estomac, par l'inflammation de ce viscère et du canal intestinal, par une hernie étranglée ou une invagination de l'intestin, par l'irritation du cerveau, par la cessation de l'influence cérébrale, suite de la section ou de la ligature de la paire vague, quelquefois même par les mouvements qui s'associent à la toux, par les plaies de tête, par l'injection du tartre stibié dans les veines. Tous les stimulants dont l'application locale est modérée favorisent les mouvements péristaltiques des parties avec lesquelles ils sont mis en rapport, renversent la direction

(1) *Comp.* Berthold, *Beitræge zur Anatomie.* Gœttingue, 1831.
(2) *Mém. de l'Acad. des sc.*, t. XII.

de ces mouvements, lorsqu'ils agissent avec plus d'intensité, les rendent antipéristaltiques, et déterminent aussi, par le consensus des nerfs, des mouvements dans les autres parties qui concourent au vomissement, bien que ces dernières n'aient rien ressenti de l'irritation première. Suivant Dzondi, la situation des piliers postérieurs du voile palatin est la même dans le vomissement que dans la déglutition; ils se rapprochent l'un de l'autre, pour produire un plan incliné depuis le pli jusqu'à la paroi postérieure du pharynx; la partie postérieure du voile palatin se trouve par là un peu relevée, en même temps que la luette est raccourcie par l'action de son muscle propre, de sorte que les matières vomies ont une voie ouverte pour arriver à la bouche, en évitant le nez: cependant cette dernière condition n'est pas toujours remplie, attendu que les piliers postérieurs du voile palatin, même en se rapprochant l'un de l'autre, laissent encore entre eux un espace libre, qui permet aux matières de passer de la partie inférieure du pharynx dans l'ouverture postérieure des fosses nasales. Les animaux carnassiers vomissent facilement; les chevaux le font avec beaucoup de peine.

Bayle, Chirac, Senac et J. Hunter avaient élevé, contre la participation de l'estomac au vomissement, des doutes que Haller s'était attaché à détruire. Magendie les a reproduits; il a soutenu que l'estomac est inactif dans le vomissement, que celui-ci dépend uniquement de la compression qu'éprouve le viscère lorsque la cavité du bas-ventre vient à être rapetissée par la contraction réunie des muscles abdominaux et du diaphragme. Il assure n'avoir jamais vu l'estomac se contracter chez les chiens dans le ventricule ou dans les veines desquels un vomitif avait été introduit: quand on retirait l'organe de l'abdomen, le vomissement n'avait pas lieu, mais il survenait dès qu'on replaçait l'estomac dans le ventre. La pression avec la main remplaçait les muscles abdominaux: quand ceux-ci avaient été coupés, le diaphragme déterminait encore le vomissement avec le concours de la ligne blanche. La section des nerfs diaphragmatiques empêchait qu'il ne se manifestât. Quand on remplaçait l'estomac par une vessie de cochon liée à l'œsophage, le vomissement avait lieu par les mêmes causes que celles qui agissent quand l'estomac est sain. Maingault s'éleva contre ces assertions; il avait observé le vomissement après la section du diaphragme et des muscles abdominaux. Son opposition donna lieu à de nouvelles recherches. La commission de l'Académie trouva que, sans une pression extérieure sur l'estomac, il n'y a pas de vomissement, mais que cette pression n'a pas besoin d'être forte; qu'après la section des muscles du bas-ventre et la paralysie du diaphragme, les liquides peuvent être chassés dans l'œsophage par le seul fait du rapprochement des côtes inférieures, à la région épigastrique; l'estomac lui-même, à l'exception des contractions circulaires, indépendantes du vomissement (?), à la région du pylore, ne lui offrit aucune trace de mouvement, tandis que Rudolphi en a observé même après la section des muscles du bas-ventre (1).

L'expérience de Magendie avec une vessie de cochon ne prouve rien, et Rudolphi fait remarquer que l'injection de l'émétique dans les veines doit exciter l'œsophage à exécuter des mouvements antipéristaltiques, capables de soutirer

(1) On peut consulter l'ouvrage de Lund, pour connaître les expériences de Portal, Bourdon, Béclard et Mérat contre la théorie de Magendie, et celles de Rostan, Piédagnel et Gendret en faveur de cette théorie. Elles n'ont pas répandu un bien grand jour sur l'état de la question.

ɜnu de cette vessie, dont, sans cela, il n'y aurait qu'une très petite partie re- au dehors. D'ailleurs, l'expérience elle-même cesse d'avoir la moindre portée u'on réfléchit que la contraction de l'œsophage au cardia étant ce qui empêche ntenu de l'estomac de remonter dans le canal, la section de ce dernier à sa ion avec le viscère devait détruire cette cause, de manière que tout liquide onque pouvait ensuite s'écouler au moindre effort. Une circonstance impor-, qui n'a point été appréciée jusqu'ici, est le resserrement insensible qu'é-re l'estomac, dont le volume diminue sans qu'on aperçoive de contractions aucune de ses parties. J'ai souvent observé ce phénomène à des époques où missement n'avait pas lieu. Du reste, il me paraît indubitable que l'estomac te des contractions pendant le vomissement, car on les sent d'une manière distincte ; mais on a exagéré le rôle que joue alors ce viscère, dont l'irrita-peut se transmettre, par sympathie, à d'autres muscles, notamment à ceux as-ventre et au diaphragme. Cette transmission n'est même pas une simple cture, car j'ai vu plusieurs fois les muscles du bas-ventre se contracter lorsque ais le nerf splanchnique dans la cavité abdominale, où il est assez facile de uver, chez les lapins, au côté interne des capsules surrénales. Or, comme rf établit une connexion entre le grand sympathique et le plexus cœliaque, ne aussi le grand sympathique communique avec les nerfs rachidiens, et par avec la moelle épinière, il suit de là que l'irritation du nerf splanchnique se transmettre aux nerfs rachidiens des muscles du bas-ventre, par l'inter-iaire de la moelle épinière, et qu'ainsi ces muscles peuvent être déterminés pathiquement à se contracter dans les irritations de l'estomac, par l'intermé-re du plexus cœliaque et du nerf splanchnique.

ette observation me fait paraître invraisemblable la théorie que Magendie e de l'effet des vomitifs. Il admet que ces substances, administrées par la de l'estomac, commencent par s'introduire dans le sang, et qu'alors elles tent les organes qui concourent au vomissement, ainsi qu'il arrive lorsqu'on te une dissolution d'émétique dans les veines. Si le nerf splanchnique peut ter des convulsions dans les muscles du bas-ventre, il est presque prouvé que omissement, à la suite d'une prise de vomitif, résulte de la propagation de tation nerveuse, et il n'y a pas moyen d'expliquer autrement celui qui est oqué par une irritation mécanique de l'estomac, de l'intestin et du pharynx, la gastrite ou par l'entérite (1).

. donc il est très vraisemblable que, quand un vomitif a été introduit dans omac, les mouvements qui caractérisent le vomissement sont le résultat d'une pathie nerveuse ayant le viscère lui-même pour point de départ, et si, en e, le fait est certain pour ce qui concerne les irritations mécaniques des or-s digestifs, l'entérite et la gastrite, on se demande si, en déterminant le vomis-ent, l'estomac et l'intestin propagent l'impression, ou par la paire vague au eau, ou par les nerfs grand sympathique et splanchnique au cerveau et à la lle épinière, de manière qu'ensuite les mouvements dont le concours est ssaire pour amener le vomissement, aient lieu par une action des nerfs ra-

) *Voy.* Magendie, dans *Nouv. bull. de la Soc. philom.*, t. III, p. 360. — Art. Vomissement *ictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. XV, p. 765.

chidiens sur les muscles abdominaux et le diaphragme, dont le point de départ est au cerveau et à la moelle épinière. L'observation précitée sur l'aptitude du nerf splanchnique à exciter des convulsions dans les muscles du bas-ventre, prouve la part que ce nerf prend à la transmission dont il s'agit ici. Le vomissement par suite d'une irritation du pharynx, organe dans lequel se répandent surtout des branches de la paire vague, atteste également que celle-ci participe à cette transmission. Il est donc vraisemblable que la transmission de l'irritation s'opère à la fois par le nerf splanchnique et par la paire vague, lorsque des vomitifs agissent sur l'estomac et l'intestin.

Le vomissement qui succède à la section et à la ligature de la paire vague (1) s'explique de la même manière. La ligature de ce nerf, et aussi la contusion inséparable de la section agissent sur le cerveau, et, comme les bouts du cordon nerveux doivent nécessairement devenir le siége d'une inflammation, l'impression que le bout supérieur fait sur le cerveau est la même que celle qui a lieu quand les filets par lesquels le nerf se termine à l'estomac viennent à être irrités dans la gastrite, et le même phénomène, c'est-à-dire le vomissement, survient dans les deux cas. La section d'autres nerfs, celle, par exemple, du nerf optique dans l'extirpation du bulbe de l'œil, détermine aussi quelquefois le vomissement, qui alors est accompagné d'autres accidents nerveux.

Brachet pense que la transmission de l'impression par la paire vague prend part au vomissement, parce que, dit-il, quelle que soit la dose à laquelle on administre les vomitifs et les purgatifs chez les chiens auxquels on a fait la section de ces nerfs, l'impression est nulle. Cette assertion est en contradiction flagrante avec le fait bien connu que les chiens vomissent spontanément après l'opération.

Il se présente encore une question à résoudre, celle de savoir comment agissent les vomitifs qui arrivent dans le sang sans avoir passé par l'estomac. Ce phénomène n'est pas parfaitement clair, ou plutôt nous ne possédons pas de faits suffisants pour en rendre raison. Au fond, le résultat est le même, qu'une irritation agisse sur la surface d'un organe, ou immédiatement sur son parenchyme, par l'intermédiaire du sang ; car, par exemple, l'arsenic détermine une gastrite alors même qu'il a été mis en contact avec des organes autres que l'estomac. D'après cela, il semblerait que l'émétique introduit dans le sang agit par les vaisseaux sanguins sur les organes qui accomplissent le vomissement. Mais on est encore dans le doute de savoir si son action porte sur les excitateurs organiques des mouvements, le cerveau, la moelle épinière et les nerfs, ou immédiatement sur les organes mobiles eux-mêmes (2).

Mouvements de l'intestin.

Les mouvements vermiformes ou péristaltiques de l'intestin, aussi involontaires que ceux de l'estomac, paraissent faibles pendant la vie, et n'acquièrent plus de rapidité que dans le cas d'une irritation nerveuse qui se propage au canal intestinal, dans la dyspepsie et notamment dans la diarrhée. On les distingue à peine dans un animal dont le corps vient d'être ouvert ; mais l'impression de l'air ne tarde pas

(1) Mayer, dans Tiedemann's *Zeitschrift*, t. II, p. 62.
(2) *Comp.* Budge, *Die Lehre vom Erbrechen.* Bonn, 1840.

ur communiquer une vivacité extraordinaire : les intestins s'élèvent et s'abaissent, ont cheminer leur contenu, généralement de haut en bas. Les contractions onatoires se succèdent à des intervalles marqués. Si l'on fait agir sur l'intestin : irritation mécanique, chimique ou galvanique, il se resserre peu à peu dans droit où porte cette dernière ; la contraction atteint son plus haut degré quand à l'irritation a agi, et elle diminue ensuite aussi graduellement qu'elle s'est olie. Quand on dirige un fort courant galvanique sur le nerf splanchnique ou le plexus cœliaque isolé, les mouvements acquièrent plus de force ; la section la paire vague ne les supprime pas plus qu'une lésion du grand sympathique : persistent après l'excision du canal intestinal.

En parcourant la longueur du tube intestinal, le contenu de cet organe est dépouillé peu à peu de ses parties nutritives par l'absorption, et le résidu, qui constiles excréments, devient de plus en plus consistant dans le gros intestin. Le sphincter de l'anus est continuellement contracté, si ce n'est au moment de la défécation. Il paraît avoir, comme tous les muscles, un faible degré de contraction permanente, dont on acquiert du moins la preuve lorsqu'on coupe les antagonistes cet organe. Mais l'accumulation des excréments dans le rectum, et l'irritation qu'ils y déterminent, contribuent surtout à accroître la contraction du sphincter, qui persiste jusqu'à ce qu'elle soit obligée de céder aux efforts que ces matières font pour sortir. La volonté peut bien la rendre plus énergique, mais il n'est pas en son pouvoir de la faire cesser. L'expulsion des excréments peut quelquefois, quand ces derniers sont mous, être déterminée par la seule contraction involontaire du rectum, sans le concours des parois abdominales, comme Legallois et Béclard (1) disent l'avoir vu après l'enlèvement des muscles du bas-ventre. Mais, ordinairement, elle exige, d'un côté, l'action de ces muscles et du diaphragme pour rétrécir la cavité ventrale, de l'autre, celle du releveur de l'anus. Tous ces mouvements de muscles soumis à la volonté ont lieu, comme dans le vomissement, d'une manière involontaire et spasmodique, lorsque les excréments exercent sur le rectum une irritation prolongée et très vive. D'un autre côté, ils peuvent être paralysés par les lésions et les maladies de la moelle épinière et du cerveau ; quand alors le sphincter de l'anus vient à se relâcher, la défécation a lieu involontairement. Une constipation opiniâtre, au contraire, est le résultat tant d'une contraction spasmodique soutenue que de l'atonie du gros intestin. Suivant Krimer, la section des nerfs phréniques et la paralysie du diaphragme ne suppriment pas la défécation ; mais celle-ci ne peut plus s'effectuer, chez les chiens, lorsqu'on détruit les muscles du bas-ventre, ou qu'on coupe la moelle épinière entre la cinquième vertèbre dorsale et la sixième.

CHAPITRE IV.

Des liquides qui servent à la digestion.

Salive.

La sécrétion salivaire paraît avoir lieu d'une manière presque générale dans le

(1) *Bulletin de la Faculté et de la Soc. de médecine*, 1813, n° 10.

règne animal, si l'on excepte les cétacés et les poissons. Les insectes possèdent des utricules, des cæcums ou des tubes qui sont chargés de l'accomplir : les mollusques ont une ou plusieurs paires de glandes salivaires composées.

C.-G. Mitscherlich a publié des observations sur la quantité de la salive chez un homme atteint d'une fistule du canal de Stenon. Le liquide cesse de couler quand les muscles masticateurs et la langue demeurent dans un repos parfait, et qu'il n'y a point d'excitation nerveuse insolite ; dans les circonstances inverses, le flux a lieu plus ou moins abondamment. La quantité de salive sécrétée en vingt-quatre heures, chez un homme bien portant, est de 65 à 95 grammes pour une seule parotide : celle qui provient des cinq autres glandes est six fois plus considérable (1). Schultz a obtenu, en vingt-quatre heures, du canal de Stenon d'un cheval, 55 onces et 7 gros de salive, dont 12 après le premier repas, qui dura deux heures, et 10 onces 9 gros pendant trois heures qui s'écoulèrent entre ce repas et le suivant (2).

Berzelius, Tiedemann, Gmelin et Mitscherlich ont entrepris des travaux remarquables sur la nature chimique de la salive de l'homme et des animaux.

La salive, telle qu'elle est rejetée de la bouche, est un liquide mixte, composé de salive proprement dite et de mucus. Lorqu'on la recueille dans un vase de verre haut et étroit, et qu'on l'y laisse reposer, elle se partage en deux couches, dont la supérieure est formée d'un liquide clair, incolore, un peu muqueux, et l'inférieure, du même liquide, mêlé avec une masse blanche et opaque. Quand on l'agite avec de l'eau, le mucus se brise en parcelles, et tombe ensuite complétement au fond du vase (3). Au point de vue des qualités acides ou alcalines, elle n'est pas toujours la même. Tiedemann et Gmelin l'ont trouvée, chez l'homme, la plupart du temps faiblement alcaline, quelquefois neutre, jamais acide. Schultz l'a vue acide chez l'homme, quand elle avait séjourné longtemps dans la bouche, et toujours alcaline chez les enfants. La salive des chiens et des brebis, telle qu'elle coule du canal de Stenon, est alcaline, suivant Gmelin. C.-H. Schultz l'a vue généralement alcaline chez l'homme ; il en fallait un gros pour saturer une goutte de vinaigre. Elle était également alcaline chez le cheval. Après avoir été saturée, elle redevient peu à peu alcaline, à ce qu'on prétend. Mitscherlich l'a trouvée alcaline pendant le boire et le manger, déjà même après la première bouchée : en tout autre temps elle était acide. Schultz attribue son alcalescence à de l'ammoniaque ; mais Mitscherlich assure que, quand elle est fraîche, elle ne donne pas d'ammoniaque, même par l'action de la chaleur, et que son alcali libre est fixe.

La salive ne contient, par elle-même, aucune substance douée de texture organique ; mais, dans la bouche, elle est mêlée avec des cellules épithéliales détachées de la surface de la cavité orale et des conduits salivaires.

Suivant Berzelius, elle contient moins des trois quarts d'un pour cent de substances dissoutes. Dans les expériences de Mitscherlich, elle avait une pesanteur spécifique de 1,0061 à 1,0088 ; celle de cheval, dans les expériences de Schultz, en avait une de 1,0125.

Le résidu de la dessiccation de la salive est transparent. L'alcool en extrait une

(1) Rust's *Magazin*, 1832.
(2) *De alimentorum concoctione*. Berlin, 1834.
(3) Berzelius, *Traité de chimie*, t. VII, p. 154.

te quantité d'osmazome, avec un peu de chlorure potassique, de chlorure sodi-
et de lactate alcalin. La portion que laisse le menstrue est faiblement alcaline,
ntient de la soude. Après qu'on a enlevé l'alcali, il reste un mélange de mu-
($\frac{4}{5}$) et d'une substance particulière, la ptyaline. La dissolution de cette matière
l'eau est un peu consistante, et ne se trouble pas par l'évaporation. En l'éva-
nt, on obtient la ptyaline pure, qui est transparente et incolore, d'après Ber-
s, d'un brun clair et opaque, suivant Tiedemann et Gmelin; Mitscherlich dit
lle est d'un jaune brun, quand on n'a pas saturé l'alcali, et qu'alors elle attire
midité de l'air, mais que, lorsqu'au commencement de l'analyse on a saturé
li libre, elle est presque parfaitement blanche et non déliquescente. La ptya-
blanche, desséchée avec soin, se redissout ensuite complétement dans l'eau, et
en partie seulement, comme fait la ptyaline brune. Celle de la salive neutra-
n'a point de réactions alcalines, suivant la remarque de Mitscherlich, tandis
celle de la salive qui n'a pas été neutralisée verdit le sirop de violette. Quand
erse de l'eau sur la ptyaline, elle se redissout en un liquide clair, qui, d'après
elius et Mitscherlich, ne précipite ni par l'infusion de noix de galle, le chlorure
urique, le chlorure ferrique et le sous-acétate plombique, ni par les acides
, mais qui, selon Gmelin, est précipité par l'infusion de noix de galle, l'eau de
x, la dissolution d'alun, les sels cuivriques, plombiques et ferriques neutres,
lorure mercurique et l'azotate argentique. Mitscherlich dit que l'azotate argen-
e précipite la ptyaline, et que l'acétate plombique fait de même, ce dernier
efois quand elle a été préparée avec de la salive non préalablement neutralisée.
nucus qui reste après qu'on a extrait la ptyaline au moyen de l'eau froide, con-
t une quantité très considérable de phosphate calcique, duquel il est probable,
ant Berzelius, que le tartre des dents se forme.

Tiedemann et Gmelin, en faisant évaporer la salive humaine, ont obtenu 1,14
u'à 1,19 pour cent de résidu solide, qui, après la combustion, laissa 0,25 par-
de cendres, dont 0,203 solubles dans l'eau, et 0,047 consistant en phosphate
eux; 100 parties de résidu de salive étendue donnèrent :

Substance soluble dans l'alcool et non dans l'eau (graisse phosphorée) et substances solubles dans l'alcool et dans l'eau (osmazome, chlorure potassique, lactate potassique, sulfocyanure potassique)	31,25
Substance animale précipitée de la dissolution alcoolique bouillante par le refroidissement, avec sulfate potassique et un peu de chlorure potassique.	1,25
Matières solubles dans l'eau seulement (ptyaline, avec beaucoup de phosphate et un peu de sulfate alcalin et du chlorure potassique).	20,00
Matières qui ne sont solubles ni dans l'eau ni dans l'alcool : mucus, peut-être un peu d'albumine, avec du carbonate et du phosphate alcalins	40,00
	92,50

ivant Mitscherlich, la salive contient les sels suivants : chlorure potassique 0,1

lactate potassique 0,094, lactate sodique 0,024, acide lactique?, soude probablement combinée avec du mucus 0,164, phosphate calcique 0,017, silice 0,015. Les matériaux organiques immédiats de la salive se comportèrent dans l'analyse de ce chimiste comme dans celle de Berzelius. Une substance trouvée par lui, qui est soluble dans l'eau et l'alcool absolu, et qui a une teinte jaune-rougeâtre, ne précipite pas par les acides, la potasse, l'ammoniaque ni le sublimé, mais donne un précipité par l'acétate plombique, le chlorure ferrique et l'azotate argentique.

Tiedemann et Gmelin ont constaté l'existence dans la salive d'une matière que Treviranus y avait annoncée le premier (1), et qu'ils pensent être du sulfocyanogène; Treviranus avait remarqué que la salive devenait d'un rouge très foncé quand on la mêlait avec une dissolution neutre d'un sel ferrique. Tiedemann et Gmelin ont reconnu que cette réaction a lieu réellement. Cependant je dois dire que, dans mes expériences, la salive prit une teinte non pas purpurine, mais seulement rouillée, avec les divers sels ferriques que j'employai. Kuehn révoque en doute l'existence du sulfocyanogène, parce qu'il n'a pas vu d'acide sulfurique se produire en suivant soit le procédé d'Ure, soit celui de Gmelin : quand le produit de la distillation de la salive rougit les sels ferriques, ce peut être l'effet de la présence d'acétates (2). Kastner fait remarquer néanmoins que la coloration produite par l'acide acétique n'est jamais complétement semblable à celle du sang, à quoi j'ajouterai que celle de la salive n'a pas non plus cette teinte. Ure (3) regarde l'existence du sulfocyanogène comme démontrée par ses expériences (4).

On n'a pas encore examiné avec soin la salive des insectes; elle paraît être alcaline, d'après Renger (5).

(1) *Biologie*, t. IV, p. 565.

(2) SCHWEIGGER's *Journal*, t. LIX, p. 378.

(3) *Journal of sciences*, t. VII, p. 60.

(4) Wright (*Lancet*, 1842) a trouvé dans 1000 parties de salive : eau, 988,1; ptyaline, [illegible] acide gras, 0,5; chlorures potassique et sodique, 1,4; albumine, avec soude, 0,9; phosphate calcique, 0,6; albuminate sodique, 0,8; lactates potassique et sodique, 0,7; sulfocyanure potassique, 0,5; mucus, 2,6; perte, 1,2. Il se la procurait en titillant l'arrière-gorge avec une plume, après s'être bien rincé la bouche. Sa pesanteur spécifique était de 1,008, terme moyen [illegible] au-dessus de 1,001 et au-dessous de 1,003, elle annonce un état pathologique. En général, les réactions sont alcalines. La quantité totale de la salive est de dix à douze onces en vingt-quatre heures. — Garrod et Marshall ont trouvé, chez un homme atteint d'une fistule salivaire, la salive acide avant le repas, pendant lequel elle devenait d'abord neutre, puis alcaline, [illegible] qu'ils attribuent à celle des proportions respectives de salive et de mucus (*Lancet*, 1842, p. [illegible]). — Budge (*Medic. Zeitung*, 1842, n° 16) dit la salive toujours alcaline dans l'état de [illegible] mais sujette à varier très facilement et très promptement, même à devenir acide. Elle est [illegible]ment alcaline chez les chiens, les chats et les lapins. — Blondlot (*Traité de la digestion*, [illegible] 1843, p. 123) soutient que la salive ne contient pas d'albumine, parce qu'en la filtrant et [illegible] faisant traverser par un courant électrique, il ne s'opère aucune espèce de coagulation à l'extrémité des fils conducteurs. Seulement, des bulles de gaz provenant de la décomposition de l'eau soulèvent une mousse blanchâtre, qu'on pourrait prendre d'abord pour de l'albumine [illegible] crétée, mais qui ne tarde pas à se redissoudre spontanément ou par l'effet d'une légère agitation. Il ne croit pas non plus à l'existence du sulfocyanogène dans la salive, qu'il dit être [illegible] neutre, ou même acide, hors le temps des repas, mais devenir constamment alcaline pendant la mastication.

(5) *Physiol. Untersuchungen ueber die thierische Haushaltung der Insecten*. Tubingue, 1817.

Suc gastrique.

juides contenus dans l'estomac sont toujours acides aux époques de la :, hors desquelles ils n'ont pas, pour la plupart du temps, ce caractère. ti n'a jamais trouvé le suc gastrique acide chez les carnivores soumis au nais la réaction acide se prononçait aussitôt que l'animal avait mangé de la Il a remarqué que celui des herbivores était acide, mais il n'a point re- ette propriété dans celui de l'homme et des animaux à nourriture mixte, elle existe pendant la digestion. Suivant Tiedemann et Gmelin, le liquide ncontre dans l'estomac des chevaux et des chiens à jeun est presque neutre ne acide, tandis qu'il suffit d'une irritation quelconque, comme celle que une pierre ou le poivre, pour lui communiquer cette réaction. C'est ce bservé aussi Leuret et Lassaigne. Dans ces cas, le suc gastrique seul était ; cette propriété ne provenait pas des sécrétions de l'œsophage, qui ne la ent point. D'après Schultz, une partie du chyme exige un peu plus d'un nt de carbonate potassique pour sa saturation.

crétion du suc gastrique a pour organes les glandules simples et micro- es de la face interne de l'estomac, du moins chez les animaux qui n'ont glandes spéciales destinées à l'accomplir. La structure de ces glandules a été par Sprott, Boyd, Bischoff, Purkinje, Wassmann et Henle (1). Tiedemann lin ont trouvé que la propriété de coaguler le lait appartient non pas seu- à la portion pylorique, mais encore à la portion cardiaque de l'estomac. Au e viscère offre des glandes particulières chez plusieurs animaux de la classe nmifères ; telle est la grosse glande du castor, dont le suc sert probablement idre les écorces ; des organes analogues existent dans la portion cardiaque omac des *Myoxus*, *Halmaturus*, *Phascolomys* et autres. Il faut également ici le proventricule des oiseaux, entre la membrane muqueuse et la tunique euse duquel on aperçoit une couche entière de glandes, ayant chacune leur à part : ce sont de petits tubes, simples et terminés en cul-de-sac (2).

; devons à Prout (3) la première analyse un peu exacte du suc gastrique. niste fit voir qu'il existe de l'acide chlorhydrique libre dans celui du lapin, re, du cheval, du veau et du chien. Children (4) en a aussi trouvé dans le vomi par des personnes atteintes de dyspepsie. Sa présence a été également ée par Prevost et Leroyer. Leuret et Lassaigne refusaient d'y croire ; mais réfuté leurs objections (5). Tiedemann et Gmelin ont rencontré trois acides suc gastrique ; de l'acide chlorhydrique chez le chien et le cheval, de l'acide e chez les mêmes, et de l'acide butyrique chez le cheval. Schultz a distillé le avec de l'eau, et reconnu que, chez beaucoup d'animaux, l'acide est en partie ou en totalité. Un acide volatil se rencontra chez un cheval qui é nourri d'avoine, chez un cochon qui avait mangé des pois, chez un veau des moutons auxquels on avait donné de l'herbe ; l'acide n'était pas volatil

natomie générale, trad. par A.-J.-L. Jourdan, t. II, p. 516.
ME, *Lectures on comparative anatomy*, t. II.
hil. Trans., 1824, p. 1.
nn. of philos., 1824, juillet.
c. cit., déc. 1826, p. 405.

chez les carnassiers, les brebis à la mamelle, les chevaux nourris de foin, et les lapins nourris de pain, d'herbe et de pommes de terre ; il était volatil dans le premier estomac et non volatil dans le quatrième estomac des brebis auxquelles on avait donné pour aliment du foin et de l'herbe fraîche. L'acide libre lui parut être de l'acide acétique ; il prétend que l'acide chlorhydrique n'est point à l'état de liberté dans le chyme, et qu'il s'y trouve combiné avec de la potasse.

Le liquide qui se rassemble dans les deux premiers estomacs des ruminants à jeun contient beaucoup de carbonate alcalin, d'après Prevost et Leroyer, dont Tiedemann et Gmelin confirment l'assertion. Le troisième estomac, et plus encore le quatrième, sont les seuls où il y ait du suc gastrique acide.

Personne n'a eu plus d'occasions que Beaumont d'étudier le suc gastrique en abondance et à l'état de pureté, l'un de ses malades, atteint d'une fistule gastrique, lui ayant permis de faire, pendant plusieurs années, une longue série d'expériences sur ce liquide (1). Les résultats auxquels il est arrivé sont que l'estomac ne contient pas de suc pendant l'abstinence, que le liquide qui l'humecte alors n'est point acide, mais qu'aussitôt que des aliments pénètrent dans l'organe, la sécrétion commence, et son produit donne des réactions acides. Beaumont a sollicité la sécrétion du suc gastrique par des moyens mécaniques, tels qu'une canule en gomme élastique, ou une boule de baromètre, après s'être bien convaincu que le viscère

(1) Blondlot a eu l'heureuse idée de réaliser chez les animaux, par des moyens artificiels, des fistules gastriques semblables à celle que le hasard avait offerte chez l'homme à Beaumont, et dont on connait quelques autres exemples enregistrés dans les fastes de la chirurgie. Il prend un chien, le fait maintenir par des aides, et lui pratique une incision qui, partant de l'appendice xiphoïde, se dirige du côté du pubis, en suivant la ligne blanche, sur une étendue de sept à huit centimètres. Le péritoine étant ouvert, on saisit l'estomac avec les doigts, on l'attire vers la plaie, et on le traverse de part en part avec la pointe d'un bistouri à lame étroite ; après quoi on passe dans cette ouverture un fil d'argent, de longueur suffisante pour qu'on puisse en former une anse, dont les deux extrémités sont confiées à un aide. On s'occupe ensuite de fermer la plaie avec quelques points de suture, après avoir fait rentrer dans l'abdomen les portions d'intestins qui se sont échappées ; puis, prenant le fil métallique qui reste au dehors, on place entre ses deux extrémités un petit billot de bois, sur lequel on les tord l'un contre l'autre, de manière à mettre la portion de l'estomac comprise dans l'anse en contact avec le bord interne de la plaie. De cette manière, l'estomac contracte des adhérences solides, et, à la chute de l'escharre, la fistule se trouve établie (*Traité de la digestion*, p. 202), et finit par devenir compatible avec l'état de santé. Lorsque l'estomac est vide, sa tunique interne, d'un rose pâle, est uniformément recouverte par un léger enduit muqueux, transparent, qu'il est facile d'enlever avec un linge fin, mais qui se reproduit immédiatement. Quand, au contraire, l'estomac renferme des aliments et que le travail digestif est en train de s'accomplir, la membrane interne se gonfle, devient turgide, et acquiert une teinte rouge uniforme, plus ou moins foncée. Alors, au lieu de la petite quantité de mucus épais et muqueux, neutre ou alcalin, qu'elle fournissait auparavant, elle verse en abondance un liquide clair, limpide, et à réactions acides : c'est le suc gastrique. Blondlot conclut, d'une série d'expériences (p. 220), que les matières alimentaires sont le stimulant spécial sous l'influence duquel l'estomac verse son suc chymificateur, et qu'elles ont seules le pouvoir d'amener sa tunique interne au degré de surexcitation stable et uniforme qui constitue l'état turgide, tandis que les agents purement mécaniques ou chimiques se bornent à une excitation partielle et momentanée, dont le résultat est d'entraîner la formation d'un mucus plus ou moins abondant, à peine mêlé de suc gastrique. Quant à la quantité de suc gastrique que l'estomac sécrète, elle paraît dépendre à la fois, et de la nature, et de la quantité des aliments, du moins dans l'état de santé, et en tant que cette quantité ne dépasse pas les besoins de l'organisme. (*Note du trad.*)

enait rien, et que ses parois ne rougissaient pas le papier de tournesol ; fois que l'expérience fut répétée, il s'ensuivit une sécrétion acide, assez rable souvent pour qu'on pût recueillir jusqu'à une once de liquide. Jamais lors le suc gastrique n'avait été étudié dans un pareil état de pureté. Voici iption qu'en donne Beaumont.

un liquide limpide, sans odeur, d'une saveur un peu salée et très sensit acide, qui ressemble à celle d'un mucilage dans lequel on aurait versé un cide chlorhydrique. L'eau, le vin et l'alcool le dissolvent, et les alcalis font cence avec lui. Il laisse précipiter de l'albumine, se putréfie très difficile-t arrête la putréfaction des matières animales. La salive lui communique lleur bleue, et le rend écumeux. Mêlé, hors du corps, avec des substances aires, il agit sur elles comme un dissolvant, ce que prouvent les nombreuses nces de Beaumont. Dunglison, qui l'a analysé, y a trouvé de l'acide chlo-ue et de l'acide acétique libres, des phosphates et des chlorures à base de , de soude, de magnésie et de chaux, et une matière animale soluble dans oide, mais insoluble dans l'eau chaude (1).

iquide du jabot des oiseaux est communément acide, d'après Tiedemann et . Celui du ventricule succenturié contient aussi un acide libre chez les à jeun. Le suc gastrique de ces animaux coagule le lait. Il doit ses qualités

ans son plus grand état de pureté, dit Blondlot (*Digestion*, p. 228), et après avoir été é par la filtration du mucus et des autres substances étrangères qu'il peut contenir accident, le suc gastrique est un liquide clair et limpide, d'une légère teinte citrine qu'on it bien que quand on examine ce liquide sous une certaine masse, d'une odeur faible, aromatique, *sui generis*, d'une saveur à la fois salée et [illegible]ement acidule, d'une pe-spécifique variable, mais supérieure à celle de l'eau. Ces caractères conviennent au suc e du chien et du cochon, et diffèrent peu de ceux que Beaumont assigne à celui de . De quelque animal qu'il provienne, il rougit toujours les couleurs bleues végétales. compare cette acidité au maximum d'acidité que les liquides sucrés sont susceptibles ir spontanément par suite de la formation lactique : aussi, pour peu qu'on étende le suc on action sur les couleurs bleues végétales devient si faible, qu'elle cesse d'être perçue ; ue, non à aucun des divers acides admis par ses prédécesseurs, mais uniquement à du le acide de chaux. Ses principes constituants sont, suivant lui, sur 100 parties, 99 d'eau ement de phosphate acide de chaux, de phosphate d'ammoniaque, de chlorure de cal-e principe aromatique, de mucus et d'une matière animale particulière. — Payen, ayant ser d'une quantité notable de suc gastrique normal, en a isolé une substance blanche, ment ambrée, diaphane, très soluble dans l'eau, facile à dessécher, et tellement active, eut désagréger plus de trois cents fois son poids de tissu musculaire de bœuf cuit, beau-s rapidement que ne le ferait le suc gastrique lui-même (*Comptes rendus de l'Acad. des* , 1844, t. XVII, p. 654). Il propose de désigner ce principe actif du suc gastrique sous e *gasterase*, et fait remarquer qu'on ne doit pas le confondre avec la pepsine préparée it digérer un estomac de veau dans de l'acide chlorhydrique. — Lassaigne (*Journ. de édicale*, t. X, p. 73 et 189) ne pense pas que l'acidité du suc gastrique dépende de la du biphosphate de chaux ; quelques expériences le portent à croire que le phosphate de est dissous à la faveur d'un acide libre, différent de l'acide phosphorique : les produits tillation du suc gastrique contiennent, suivant lui, de l'acide chlorhydrique, qui con-tainement à l'acidité de ce liquide. Or, c'est là précisément ce que nie Blondlot, qui, ant *avec précaution* le suc gastrique de chien (*Loc. cit.*, p. 244), a toujours obtenu un parfaitement neutre, ne renfermant par conséquent ni acide chlorhydrique, ni acide , à l'état de liberté. (*Cons.* un intéressant mémoire de Cl. Bernard, *Du suc gastrique rôle dans la nutrition*, Paris, 1844.) (*Note du traducteur.*)

à de l'acide chlorhydrique, et probablement aussi à de l'acide acétique. Treviranus a soulevé (1) la question de savoir si le suc gastrique des oiseaux ne contiendrait pas de l'acide fluorhydrique, parce que, suivant Brugnatelli, du cristal de roche et de l'agate, renfermés dans des tubes, avaient été sensiblement attaqués après dix jours de séjour dans l'estomac de poules et de dindons, et avaient perdu douze à quatorze grains de leur poids; lui-même a observé quelque chose d'analogue sur un vase de porcelaine, dans lequel on avait fait digérer du chyme de poule. Tiedemann et Gmelin ne purent arriver à une solution positive. Ils firent digérer du suc gastrique de canard dans un creuset en platine couvert d'une plaque de verre cirée et rayée; mais, au bout de vingt-quatre heures, rien n'annonçait que le verre eût été attaqué. Cependant ils ne concluent pas de là que le suc gastrique des oiseaux ne contient point d'acide fluorhydrique, parce qu'on a déjà trouvé du fluorure calcique dans différentes parties animales, par exemple dans l'urine et les os (2).

Le suc gastrique des reptiles est presque toujours acide. Celui des poissons contient aussi un acide libre, surtout quand l'estomac est plein. Il était probable, d'après d'autres motifs, que les acides chlorhydrique et acétique servaient également ici de dissolvant. Leuret et Lassaigne (3) pensent que l'acide libre du suc gastrique est de l'acide lactique, dans les quatre classes d'animaux vertébrés.

D'après la découverte d'Eberle, ce n'est point à l'acide libre qu'appartient le pouvoir dissolvant du suc gastrique; mais il est dans la nature du mucus stomacal, comme dans celle de tout autre mucus, de produire, quand il est acidifié, la décomposition et ensuite la dissolution des matières alimentaires (4). Voilà pourquoi ce même mucus peut opérer une digestion artificielle, même hors du corps animal (5). Il n'est pas vrai cependant que, comme l'a dit Eberle, tout autre mucus que celui de l'estomac puisse, après avoir été acidifié, suffire pour produire une digestion artificielle, et de cela seul on doit tirer cette conséquence, que le principe digestif n'est pas le mucus lui-même, mais une substance particulière qui s'y trouve contenue. Cette matière, qu'on appelle *pepsine*, est la même que celle qui fait coaguler le lait dans l'estomac. Elle ne manifeste sa puissance dissolvante qu'autant qu'elle est acidifiée. Nous reviendrons plus tard sur son compte (6).

Comme il est constant que le suc gastrique exerce une action dissolvante sur des matières animales, même hors du corps vivant, on ne doit pas être surpris qu'il attaque quelquefois l'estomac après la mort, et que ce viscère soit plus

(1) *Biologie*, t. IV, p. 362.

(2) *Rech. exp. sur la digestion*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1827, t. II.

(3) *Rech. physiol. sur la digestion*. Paris, 1825.

(4) *Physiologie der Verdauung*. Wurzbourg, 1834.

(5) *Voy.* les expériences de Müller et Schwann sur la digestion artificielle de l'albumine coagulée, dans Mueller's *Archiv*, 1836, p. 66.

(6) MM. Cl. Bernard et Barreswill (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XV, p. 1284), étudiant spécialement la cause de l'acidité du suc gastrique, ont établi : 1° Que l'acidité du suc gastrique est due à un acide libre ; 2° que cet acide est constamment de l'acide lactique chez les chiens. Ils ont ensuite constaté que, si, au point de vue des qualités digestives, il était absolument indispensable qu'il fût acide, la nature de l'acide était indifférente, que c'était pour cette raison qu'on peut ingérer dans l'estomac des substances qui sont acides elles-mêmes, sans troubler d'une manière apparente la digestion stomacale. É. L.

promptement ramolli par lui que d'autres parties, phénomènes qu'on observe surtout chez les lapins et les jeunes enfants, et que Rudolphi regarde, sans fondement, comme un effet de la putréfaction.

Bile.

La sécrétion de la bile est si répandue dans le règne animal, et ses relations avec la fonction digestive lui donnent tant d'importance, qu'il est du plus haut intérêt de savoir si les animaux inférieurs peuvent s'en passer. Farre a observé de petites glandules brunes à l'estomac des polypes (1) ; une couche analogue existe au canal intestinal de plusieurs annélides ; d'autres, comme les aphrodites, les planaires, ont leur intestin garni d'appendices en forme de cæcums (2).

Chez les insectes, à une hauteur plus ou moins considérable du canal alimentaire, mais toujours derrière la partie élargie de ce tube qu'on regarde comme l'estomac, s'abouchent de longs tubes contournés, terminés en cul-de-sac, et presque toujours pairs, qui portent le nom de *vasa Malpighiana*, ou de vaisseaux biliaires. Cependant ils contiennent, non pas de la bile, mais de l'acide urique, suivant Audouin (3) et Chevreul (4) ; de plus, une sécrétion très active s'y accomplit pendant le développement de la nymphe, époque à laquelle l'animal ne digère point. Ce sont donc évidemment des organes excrétoires, des vaisseaux urinaires (5).

(1) *Philos. Trans.*, 1837.

(2) Les astéries, indépendamment des appendices en forme de cæcums, que leur estomac envoie dans les bras, ont encore, au dos de ces organes, une glande de même configuration, qui sécrète un suc brun, et que quelques personnes regardent comme l'analogue du foie.

(3) *Annales des sciences naturelles*, 1836, t. XI, p. 254.

(4) Straus, *Consid. gén. sur l'anat. des anim. artic.* Paris, 1828, p. 251.

(5) Léon Dufour, qui a étudié les *vasa Malpighiana* dans sept cents espèces environ d'insectes appartenant à presque tous les groupes naturels de cette classe (*Ann. des sc. nat.*, 1843, t. XIX, p. 145), est arrivé aux résultats suivants. Dans les orthoptères, labidoures, hyménoptères, névroptères, hémiptères, diptères et lépidoptères, ces vaisseaux n'ont qu'une seule insertion, qui a lieu, en général, à l'extrémité du ventricule chylifique. L'ordre des coléoptères serait donc le seul où l'on en trouverait qui seraient fixés, d'une part, à ce ventricule, et, de l'autre, au rectum ; mais ce n'est que dans la moitié environ des genres de cet ordre qu'on rencontre ce double mode d'insertion, tous les coléoptères pentamères rentrant dans la catégorie des insectes à insertion exclusivement ventriculaire ; la double insertion ne se voit que dans les coléoptères hétéromères, tétramères et trimères. Ces vaisseaux, au microscope, ressemblent à des boyaux tantôt lisses, tantôt plus ou moins plissés ou variqueux, dont les parois minces, pellucides, et cependant contractiles, ont d'un bout à l'autre une texture comme celluleuse ou spongieuse. Même dans leur plus grande simplicité, et quand ils ont des insertions isolées, ils deviennent lisses avant leur embouchure, lorsque dans le reste de leur étendue ils sont variqueux, ou bien ils s'allongent en un col. Dans les deux cas, ils forment avant leur insertion une sorte de conduit excréteur. Le grillon et la courtilière surtout ont un canal excréteur unique bien prononcé. Dans plusieurs genres même, il existe un, et quelquefois deux réservoirs, comparables à la vésicule du fiel. Pour ce qui concerne les insectes chez lesquels les vaisseaux de Malpighi s'insèrent simultanément au ventricule et au rectum, Léon Dufour a confirmé l'observation déjà faite par Ramdohr et Posselt, que les insertions rectales, loin d'être perforantes ou pénétrantes, se continuent, au-dessous de la tunique externe de l'intestin, en autant de filets tubuleux, d'une finesse extrême, dont les flexuosités rampent entre cette tunique et la membrane sous-jacente, et se terminent par un bout libre et fermé. Il a constaté le fait chez la *Mordella fasciata*, l'*Ergastes faber*, l'*Hammaticherus Heros*, le *Prionus coriarius*, la *Lamia lugubris*, etc. Ainsi les tuniques du rectum se

Ils aboutissent derrière la portion de l'intestin dans laquelle se forme le chyle, et souvent, chez les larves, tout près de l'anus. Mais certains insectes sont pourvus d'autres cæcums, qui s'abouchent plus haut avec l'intestin, et qu'on pourrait appeler *vasa Malpighiana superiora*. Je suis tenté de considérer ceux-ci, avec Meckel (1), comme les organes chargés de sécréter la bile. On trouve des cæcums de cette espèce à l'estomac membraneux qui vient après l'estomac musculeux des coléoptères carnivores, et plusieurs autres insectes en possèdent également. Chez beaucoup d'orthoptères (*Mantis*, *Gryllus*, *Blatta*), il y en a derrière l'estomac musculeux, et chez les espèces des genres *Locusta*, *Acheta*, *Gryllotalpa*, ils s'abouchent également derrière cet estomac, dans des appendices utriculiformes particuliers de l'intestin. Ce qu'on nomme estomac, chez les insectes, cette partie moyenne et dilatée du tube alimentaire, qui tantôt existe seule, et tantôt vient après le gésier, est tout autre chose que l'estomac des animaux supérieurs; les aliments y sont dissous, et passent de là dans le corps adipeux qui enveloppe tous les organes : c'est la partie chylopoiétique de l'intestin, tandis que la formation des excréments commence à la hauteur de l'abouchement des *vasa Malpighiana*. On devient plus sûr encore de cette interprétation, lorsque, comme chez les arachnides, les scorpions surtout, on trouve de vrais vaisseaux biliaires à la partie supérieure de l'intestin, et des vaisseaux urinaires à l'inférieure (2).

C'est principalement aux dépens du sang de la veine porte que s'effectue la sécrétion de la bile, ainsi qu'on peut en juger d'après la distribution des vaisseaux sanguins dans le foie. Les physiologistes qui y font participer aussi le sang artériel se fondent sur des cas où la veine porte, au lieu de se répandre dans le foie, aboutissait à la veine cave inférieure, ce dont Abernethy (3) cite un exemple chez un jeune garçon de dix mois, et Lawrence (4) un autre chez un enfant âgé de plusieurs années. Cependant, chez le sujet d'Abernethy, la veine ombilicale était

sont pas percées par ces vaisseaux inférieurs, dans lesquels Léon Dufour n'a jamais vu de bile, ou au moins de bile colorée, et qui sont toujours bien plus prononcés dans les larves que dans l'insecte parfait. Il les considère comme destinés à transmettre au corps du vaisseau les éléments de sang blanc absorbés dans la cavité abdominale où ils baignent. Enfin, à l'égard des insectes chez lesquels les vaisseaux de Malpighi semblent s'aboucher directement et uniquement au rectum, l'auteur établit, d'après une longue discussion anatomique, qu'il n'y a là non plus qu'une pure apparence, que les vaisseaux s'ouvrent à l'extrémité postérieure du ventricule chylifique, en avant de la valvule ventriculo-rectale, et que la bile, obéissant à un mouvement vermiculaire, ou à une impulsion rétrograde, qui détermine sa progression, va parcourir la longue étendue du ventricule pour s'y mêler au chyme et le convertir en chyle. Ainsi, pour lui, les vaisseaux de Malpighi sont toujours et partout les représentants du foie. Audouin s'était fondé, pour leur attribuer une fonction mixte, urino-biliaire, sur des calculs d'acide urique trouvés dans les canaux biliaires d'un lucane (acide dont la présence a été constatée aussi dans le liquide biliaire des insectes par Chevreul et Wurzer); mais précisément, comme le fait remarquer Dufour, le lucane appartient à la nombreuse catégorie des insectes où ces canaux non seulement sont privés de toute insertion rectale qui pourrait prêter à l'équivoque, mais encore ont une forme d'anses continues, de manière que leurs quatre embouchures ont lieu uniquement au ventricule chylifique, disposition anatomique qui éloigne toute idée d'une sécrétion urinaire. (*Note du trad.*)

(1) *Archiv*, 1826.
(2) Mueller, *De penit. gland. struct.*, tab. 8, fig. 8.
(3) *Philos. Trans.*, 1793.
(4) *Med. chir. Transactions*, London, 1814, t. V, p. 174.

ore perméable et se ramifiait dans le foie; il se peut, suivant la remarque de ernan (1), que le sang artériel, devenu veineux après avoir nourri la glande les *vasa vasorum*, ait passé dans les branches de la veine ombilicale, au lieu s'introduire, comme à l'ordinaire, dans celles de la veine porte, et qu'ainsi, ne dans ce cas, les matériaux de la sécrétion biliaire aient été fournis par le g veineux.

a ligature de la veine porte arrête la sécrétion de la bile (2). Cependant Phillips re qu'il continue encore de se produire de la bile, mais en moindre quantité. phénomène s'explique en partie par l'abouchement des veinules nourricières versent le sang de l'artère hépatique dans les branches hépatiques de la veine te, en partie par le rôle subordonné que l'artère hépatique joue dans la forma- du réseau capillaire des lobules. La ligature de cette artère n'apporte aucun ngement à la sécrétion biliaire.

a vésicule biliaire des animaux vertébrés se développe sous la forme d'un di- ticule ou d'une excroissance du conduit excréteur du foie. Chez l'homme et z plusieurs mammifères, la bile qui descend du canal hépatique dans le canal lédoque, peut, lorsque l'orifice intestinal de ce dernier est fermé, ou que les rois éprouvent une contraction soutenue, passer par le canal cystique, et s'amasser ns la vésicule, ce qui a surtout lieu lorsque l'estomac ne contient pas d'aliments. ais il arrive souvent, chez les animaux, qu'au col ou au bas-fond de la vésicule outissent des conduits particuliers, appelés hépato-cystiques, dont on ne trouve cune trace chez l'homme (3). Chez les oiseaux, le canal hépatique s'ouvre dans duodénum séparément du canal cystique; la vésicule biliaire reçoit son contenu r des canaux hépatiques particuliers, qui ont leur embouchure soit à son fond, t à son col. Chez les reptiles, la bile arrive dans son réservoir par des branches logues du canal hépatique. Chez les poissons, la totalité des branches de ce der- r se joint à la vésicule ou à son canal excréteur (4).

lusieurs animaux n'ont pas de vésicule biliaire. Tels sont, parmi les mammi- s, les solipèdes, les cerfs, le chameau, l'éléphant, le rhinocéros, le daman, le ari, l'urson, le hamster, beaucoup d'espèces du genre *Mus*, les tardigrades, mantin du nord, le marsouin et le dauphin; parmi les oiseaux, le perroquet, oucou, l'autruche, le pigeon, le ramier, la gélinotte; parmi les poissons, la proie (5). Il n'y a donc rien de régulier dans son absence, quoique, parmi animaux qui en sont dépourvus, la plupart soient herbivores et digèrent con- tellement; mais beaucoup d'herbivores ont une vésicule biliaire. Lorsqu'elle

) *Philos. Trans.*, 1833, p. 2.

) Simon, *Nouv. bull. de la Soc. philom.*, 1825. — Phillips, *Lond. med. Gaz.*, 1833.

) Rudolphi (*Physiologie*, t. II, p. 2, 153) n'admet de véritables conduits hépato-cystiques chez le bœuf, parmi les animaux domestiques. Ils y sont au nombre de huit à dix.

) Cuvier, *Anat. comp.*, t. IV, p. 43.

) Cuvier (*Anat. comp.*, t. IV, p. 36) cite quelques autres poissons, qu'il dit manquer aussi ésicule biliaire; mais ses indications demandent à être révisées, et Stannius a démontré déjà lles ne sont point exactes, par exemple, en ce qui concerne le lump. Je trouve la vésicule ire chez l'*Ammocœtes*, auquel Rathke l'avait refusée. On ne connaît aucun exemple certain sence de cet organe chez les reptiles. Je ne l'ai pas vu dans une *Testudo nigra seu elephan-* ; mais, chez une autre grande tortue terrestre, je l'ai trouvé presque enveloppé par la tance hépatique.

n'existe pas, le conduit excréteur du foie est souvent fort large, comme che
le cheval.

La bile est verte. Elle a une saveur amère et une odeur nauséeuse. Celle du foi
a une teinte plus claire. Celle de la vésicule est plus verte et plus consistante,
cause de la résorption des parties liquides; le mucus qui s'y trouve dissous la ren
filante. Le principe qui teint la bile en vert y est à l'état de dissolution. Schult
assure que cette humeur est toujours alcaline dans l'état frais. Elle ne se coagul
pas lorsqu'on la fait bouillir.

Les principes constituants de la bile varient beaucoup, suivant les méthodes ana-
lytiques qu'on emploie et les influences auxquelles ils sont exposés, ce qui n'a pas
permis jusqu'ici d'arriver à une connaissance certaine de la composition de cett
humeur. Dans un tel état de choses, le mieux est de présenter un précis histo-
rique des diverses opinions qui ont été émises à cet égard.

Si l'on évapore de la bile de bœuf jusqu'en consistance d'extrait, et qu'on
cet extrait avec de l'alcool, il reste une substance d'un gris jaune, qui ne se
sout pas. Comme cette substance est précipitée aussi de la bile par l'acide acéti
ce ne peut point être de l'albumine; c'est plutôt du mucus de la vésicule biliaire,
car elle se comporte absolument de même que le mucus qu'on détache des par
de l'organe en les raclant.

La dissolution alcoolique de la bile desséchée contient les substances princip
de cette humeur. On distille l'alcool au bain-marie, on dissout le résidu dans
peu d'eau, et on mêle la liqueur avec de l'acide sulfurique un peu étendu; il
résulte un précipité gris-verdâtre, consistant en une combinaison de l'acide s
furique avec la substance qui donne à la bile son amertume caractéristique. Ce
même combinaison s'obtient quand, après avoir débarrassé la bile de son muc
au moyen d'un acide très étendu, on verse un acide moins étendu dans la lique
filtrée; le liquide qui reste après une nouvelle filtration, contient de l'osmazom
du chlorure sodique et du lactate sodique, comme le sérum du sang.

La combinaison d'acide sulfurique et de matière amère de la bile se dissout d
l'alcool, comme une résine, en est précipitée en grande partie par l'eau, et a
tous les caractères extérieurs d'une résine molle. Si l'on fait digérer la dissolu
alcoolique avec du carbonate barytique, et qu'on filtre ensuite la liqueur, celle
ne contient plus que la matière amère, à laquelle Berzelius a donné le nom de
tière biliaire, et que Gmelin regarde comme un mélange de plusieurs substances.
Elle contient une certaine quantité de graisse, qu'on peut extraire au moyen
l'éther, réactif à l'aide duquel Chevreul et Gmelin ont fait voir qu'on parvient é
lement à la retirer de la bile elle-même, après que celle-ci a été évaporée jusqu'
consistance de sirop. Cette graisse consiste en un mélange de graisse saponif
(acides gras) et d'une graisse biliaire particulière, non susceptible de se combin
avec l'alcali. La matière biliaire a une couleur de jaune brun verdâtre, qui par
dépendre d'un principe colorant mêlé avec elle, car on peut l'obtenir presque inco
ore. Quand on la chauffe, elle fond en se boursouflant, se charbonne, fume,
prend feu, brûle avec une flamme brillante et fuligineuse, et laisse un charbon po
reux, difficile à incinérer. Elle est soluble en toutes proportions dans l'eau et dans
l'alcool, mais insoluble dans l'éther. Les alcalis la dissolvent. Berzelius croit que l
carbonate sodique dissous dans la bile s'y trouve combiné chimiquement avec elle

t, et à laquelle on ajoute un volume égal au sien d'acide azotique, devient ord verte, puis bleue, violette, et enfin rouge.

0° Osmazome.

1° Une matière qui répand l'odeur de l'urine quand on la chauffe.

2° Une matière analogue au gluten.

3° Albumine.

4° Mucus de la vésicule biliaire.

15° Matière caséeuse.

16° Ptyaline.

17° Bicarbonate sodique, carbonate ammonique, acétate sodique, oléates, mar-ates, cholates, sulfates et phosphates potassiques et sodiques, chlorure sodique phosphate calcique.

Gmelin a trouvé, dans la bile humaine, de la cholestérine, de la résine biliaire, picromel et de l'acide oléique. Frommberz et Gugert (1) y signalent, en outre, la matière colorante, de la ptyaline, de la caséine, de l'osmazome, des cho-s, oléates, margarates, carbonates et sulfates sodiques et potassiques, du phos-e et du carbonate calciques.

Berzelius a dit, depuis longtemps déjà, qu'il est probable que les parties con-antes de la bile ont une si grande tendance à changer de composition, que tion de réactifs divers produit à ses dépens des corps qui varient suivant les hodes analytiques employées, absolument de même que les huiles et les graisses convertissent en sucre et en acides gras par l'action des bases.

Cette opinion s'est confirmée. En effet, Demarçay (2) a fait voir que le principe er et soluble dans l'eau peut être converti en ammoniaque, en taurine et en ne biliaire, par une longue ébullition avec des acides minéraux, et en acide ique par l'ébullition avec la potasse. A l'instar des anciens, il regarde la bile me une combinaison savonneuse de soude avec un acide particulier, appelé lui choléique, et qu'il dit être identique avec le picromel.

D'après la dernière analyse de Berzelius (3), la composition de la bile ne serait si simple. Le chimiste suédois continue de soutenir que le principal corps con-ant de cette humeur est la matière biliaire, la *biline*. Il débarrasse la bile de mucus par l'alcool, puis de sa matière colorante et des acides gras par la ba-. Les principes colorants sont la *biliverdine* et la *bilifulvine*. La première, e de la couleur verte de la bile, est précipitée par le chlorure barytique; tre, de teinte orangée, l'est par l'eau de baryte. Après avoir opéré la séparation es deux substances, on a une dissolution alcoolique de biline, combinée avec acides résineux, l'*acide fellinique* et l'acide *cholinique*. On la dépouille de ryte, de la soude et d'autres bases, puis on la décompose par l'oyxde plom-e, qui forme une combinaison emplastique avec les deux acides, tandis que la e reste dans la dissolution. La biline a la propriété de se décomposer d'elle-e, quand elle est dissoute, en acides fellinique et cholinique. Par l'action des es, elle produit non seulement ces deux acides, mais encore de la taurine et a dyslysine, matière nouvelle, résiniforme, qui est peu soluble dans l'alcool.

(1) Schweigger's *Journ.*, L, p. 68.
(2) *Annales de chim.*, 1838, p. 171.
(3) *K. Vet. Acad. Handlingar*, 1841, p. I, p. 64.

L'acide choléique de Demarçay est une combinaison de biline avec les deux résineux. La biline est identique avec le picromel pur de Gmelin, et ne dif non plus de la substance que Berzelius avait obtenue en 1807 à l'état im qu'il nommait alors matière biliaire. Elle est d'un jaune pâle, ou même in elle a une saveur amère; soluble dans l'alcool et l'eau, elle ne l'est pas dans l

D'après cela, on devrait considérer (1) comme principaux matériaux de l la biline, les acides résineux (fellinique et cholinique), les combinaisons acides avec la biline et avec la soude, et les combinaisons des acides gras (o et margarique) avec de la soude (2).

L'opinion de Demarçay a repris faveur dans ces derniers temps. Kemp Liebig (4) ont soutenu que la bile est essentiellement composée d'un corps é négatif et de soude, et que les autres substances qu'on en a retirées n'y e pas toutes formées, mais sont les produits des traitements auxquels on la so Ce corps électro-négatif est l'acide cholique de Liebig, l'acide bilifellini Berzelius, l'acide choléique de Demarçay. Suivant Platner (5), la bile est double, composé d'un côté de soude avec du carbure d'azote et les élém l'eau, d'un autre côté de soude avec du carbure d'hydrogène et les élém l'eau. Il donne au premier de ces corps le nom de *natrocholine*, et à celui de *natrocholoïdine*. Il a obtenu le premier sous forme cristalline (reste, il ne décide pas si la choloïdine, ou, ce qui revient au même, l'acid loïdinique, est identique avec l'acide choléique de Demarçay.

Il me semble facile de démontrer plus clairement qu'on n'a pu le faire j par aucune analyse chimique, que les combinaisons savonneuses jouent

(1) Gmelin a découvert une matière biliaire cristalline dans la bile de plusieur (*C. Leuciscus*, *Alburnus*, *Barbus*). La bile de serpent contient, d'après Berzelius, tière biliaire particulière, qui n'est pas précipitée par les acides et les alcalis. Il s'y tr outre, une petite quantité de matière cristalline, précipitable par le carbonate potassiqu dans la bile des cyprins.

(2) Blondlot (*Traité de la digestion.* Nancy, 1843, p. 146) regarde la bile comm posé d'eau, de mucus (que, contrairement à l'opinion de Berzelius, il dit lui être e ne pas provenir de la vésicule), de sels neutres et alcalins, semblables à ceux qui font tous les fluides muqueux, d'une matière colorante et d'un principe résinoïde spécial autres principes que divers auteurs y ont signalés sont, à ses yeux, des résultats de d tion ou des produits morbides. Il indique les moyens, fort simples, d'isoler le principe en fait connaitre les propriétés. Suivant lui, ce principe ressemble aux résines par so sa mollesse, sa viscosité, sa fragilité quand il est sec, sa manière de se comporter av rique, sa solubilité dans l'alcool et les alcalis, son insolubilité dans les acides; mais il essentiellement par sa grande solubilité dans l'eau, par l'azote qui entre abondamme composition, et enfin par sa propriété conductrice de l'électricité. Blondlot ne tro rapport entre la manière dont ce principe se comporte avec les réactifs et celle des sa neux. En conséquence, la bile ne peut être, suivant lui, considérée comme un savo un choléate de soude. Il rejette donc l'hypothèse des anciens, remise en honneur par D hypothèse que, d'un autre côté, Bouisson (*De la bile, de ses variétés physiologiques altérations morbides.* Montpellier, 1843, p. 40) a adoptée, mais sur parole et sans ex

(*Note du trad.*)

(3) Erdmann et Marchand, *Journ. fuer praktische Chemie*, t. XXVIII, p. 154.

(4) *Ann. fuer Chemie und Pharmacie*, t. XLVII, p. 2.

(5) Hæser, *Archiv*, t. VI, p. 274.

(6) Mueller's *Archiv*, 1844, p. 94.

ncipal dans la composition de la bile. Deux faits suffisent pour cela. Le premier, st qu'on emploie de la bile en guise de savon, et que celle du loup de mer *narrhicas Lupus*) remplit cet office chez les Islandais ; le second, c'est que la lestérine est à l'état de dissolution dans la bile (1), et que les savons ont, comme ait, la propriété de dissoudre ce corps gras, ce qui jette du jour sur la protion des calculs biliaires.

uenefeld a fait l'intéressante observation que la biline dissout les globules du ;, ce qui rappelle une assertion de Werner, que la bile, ajoutée au sang, déine la dissolution de la matière colorante rouge dans le sérum.

Suc pancréatique.

hez les poissons, le suc des cæcums est visqueux, et non acide, ou du moins peu acide, comme l'ont observé Swammerdam, Tiedemann et Gmelin. On truit le pancréas en totalité ou en grande partie, chez des chiens, sans que igestion et même la santé des animaux en reçussent aucune atteinte : seulement a remarqué que parfois leur voracité devenait plus grande (2).

Mayer, Magendie, Tiedemann et Gmelin ont étudié dans ces derniers temps suc pancréatique des animaux supérieurs. Mayer l'a trouvé, chez le chat, alin et transparent (3). Magendie l'a vu, chez le chien, jaunâtre, inodore, de eur salée, alcalin, et susceptible, comme aussi chez les oiseaux, de se coaguler la chaleur (4). Tiedemann et Gmelin recueillirent le suc pancréatique d'un nd et fort chien, au moyen d'un tube de verre introduit dans le canal préalament fendu. Toutes les six ou sept secondes, il s'écoula une goutte, ce qui ait près de dix grammes en quatre heures. Le liquide était clair, un peu opa, filait comme du blanc d'œuf étendu d'eau, et avait une saveur faiblement le. La même expérience fut répétée sur une brebis et sur un cheval. Dans les s cas, le suc pancréatique rougit d'abord faiblement la teinture de tournesol ; furent seulement les dernières portions, chez le chien et le cheval, qui donent une faible réaction alcaline (5). A. Schulze a trouvé ce suc acide chez le n, le chat et le cheval; une fois seulement, il se montra neutre chez le chien. alyse comparative de celui des trois animaux sur lesquels expérimentèrent demann et Gmelin donna les résultats suivants : Le suc pancréatique est fort e en albumine ; il ne contient pas de sulfo-cyanure, comme la salive. Les es solides s'élèvent à 8,72 dans le chien, à 4 ou 5 pour cent chez la brebis. sont : 1° de l'osmazome ; 2° une matière qui rougit par le chlore, qu'on n'a vée que chez le chien, et qui n'existait pas chez la brebis ; 3° une matière anae à la caséine, et probablement associée à de la ptyaline ; 4° beaucoup d'albu-

(1) Bouisson (*De la bile, de ses variétés physiologiques, de ses altérations morbides*, Montier, 1843, p. 21) ne pense pas que la cholestérine soit dissoute dans la bile ; il l'y croit seunt à l'état de suspension, sous la forme de paillettes cristallines très déliées, qu'il a observées microscope, et dont il donne la figure. (*Note du trad.*)

(2) AUTENRIETH, *Physiologie*, t. II, p. 69.

(3) MECKEL'S *Archiv*, t. III, p. 170.

(4) *Physiologie*, t. II, p. 367.

(5) *Rech. exp. sur la digestion*, t. I, p. 24.

mine, constituant environ la moitié du résidu sec; 5° très peu d'acide probablement acétique. La cendre s'éleva, chez le chien, à 8,28 du résid chez la brebis, à 29,7. Elle contenait, en sels solubles, du carbonate alca sans doute existait dans le suc à l'état d'acétate, et qui, très abondant chien, était en petite quantité chez la brebis; beaucoup de chlorure très peu de phosphate alcalin chez le chien, et beaucoup de ce sel chez la enfin, très peu de sulfate alcalin. Les sels non solubles dans l'eau sont un p carbonate et de phosphates calciques (1).

De ces recherches il résulte que le suc pancréatique diffère de la salive : la salive contient du mucus et de la ptyaline; le suc pancréatique, beaucoup d'al mine (2), avec de la caséine, sans mucus, et avec peu ou point de ptyaline; la sa est alcaline, et le suc pancréatique, à l'état frais, est acide; la salive de la contient un peu de sulfo-cyanure alcalin, qui n'existe pas dans le suc pancréati Les autres sels sont à peu près les mêmes.

Leuret et Lassaigne ont obtenu d'un cheval vivant trois onces de suc pan tique dans l'espace d'une demi-heure. C'était un liquide clair, de saveur verdissant le sirop de violettes, et contenant seulement $\frac{9}{10}$ pour 100 de par solides, que les deux expérimentateurs regardèrent comme étant les mêmes celles de la salive, mais d'après un examen qui paraît avoir été assez superfi Eau, 99 ; matière animale soluble dans l'alcool, matière animale soluble dans l' traces d'albumine, mucus, soude libre, chlorure sodique, chlorure potassiq phosphate calcique, 00,9.

Suc intestinal.

Le suc intestinal a été examiné par Tiedemann et Gmelin sur des animaux q avaient fait jeûner. Chez les chiens, la face interne de la membrane muqu paraissait couverte d'une couche mince de matière très consistante, blanchât un peu teinte en jaune, et la quantité de bile était peu considérable. Quand l mal avait avalé des cailloux ou du poivre, on trouvait une plus grande quanti mucus diffluent et filant, et la bile était plus abondante. On remarquait vers l de l'intestin grêle un liquide plus consistant et jaunâtre ou d'un jaune brun, tenant des flocons de mucus, avec le principe colorant, la résine et la grais la bile. Le liquide muqueux de l'intestin grêle des chiens et des chevaux con un peu d'acide libre dans le premier tiers ou la première moitié ; dans tout le de l'intestin, il n'était point acide, ou ne l'était que fort peu chez les chien même contenait du bicarbonate sodique chez les chevaux. Ce liquide du aussi beaucoup d'albumine, provenant probablement du suc pancréatique;

(1) TIEDEMANN et GMELIN, *loc. cit.*, p. 41.

(2) Blondlot (*Traité de la digestion*, p. 125), s'étant procuré trois ou quatre grammes d pancréatique sur un gros chien, et l'ayant étendu de son volume d'eau, le soumit à l' d'un courant électrique. Aucune coagulation n'ayant eu lieu, il conclut que ce suc ne ren pas plus d'albumine que la salive, à laquelle il ressemble, du reste, à tout égard. Pou le suc pancréatique n'est qu'un simple liquide muqueux, destiné à étendre la bile, et à att l'âcreté qu'elle présente avant que la matière résinoïde en ait été précipitée par l'acide qui p mine dans la pâte chymeuse. (*Note du trad.*)

ıevaux, une substance analogue à la caséine, et une matière précipitable par loruro d'étain, laquelle était vraisemblablement de la ptyaline, avec de l'osmae; une substance qui rougissait par le chlore et le chlorure mercurique; peu ésine biliaire; enfin, dans la partie supérieure du tube, une matière faiblement le et azotée. En outre, les sels ordinaires des liquides animaux (1).

Le mucus du cæcum donna des réactions acides chez tous les chiens mis en périence; mais, au lieu d'acide libre, celui des chevaux contenait du bicarbote sodique. Viridet avait trouvé dans le cæcum des lapins la même réaction ide que dans l'estomac.

Schultz a fait de nouvelles recherches sur la réaction acide des matières contees dans le cæcum des animaux. Il a trouvé que, quand ces derniers avaient été mis au jeûne, ce liquide était plus volontiers alcalin ou neutre, ce qu'il attribue a neutralisation par la bile, qui descendait plus bas pendant le jeûne; du reste, tait toujours acide pendant la digestion. Cependant cette réaction a lieu ordirement chez les herbivores, qui sont pourvus d'un long cæcum, et elle manque sque toujours chez les carnassiers, dont le cæcum est incomplet. La saturation l'acide du chyme d'un lapin qui avait été nourri de pommes de terre et d'herbe, qu'on ouvrit deux heures et demie après sa mort, exigea trois onces et demie bile de bœuf pour deux onces de chyme pris dans l'estomac: une once du conu du cæcum de cet animal en exigea cinq gros. Dix-huit onces de chyme stocal d'un cheval eurent besoin de quinze grains de carbonate potassique pour saturées; il fallut deux onces et demie de bile de bœuf pour en saturer une e; la même quantité du contenu du cæcum demanda cinq onces de bile de uf. Le chyme de l'estomac d'un cochon exigea 1,04 à 1,11 pour 100 de carbo- potassique, et le contenu du cæcum 0,78 pour sa saturation.

CHAPITRE V.

es changements que les aliments subissent dans le canal digestif.

a dissolution des aliments suppose qu'ils perdent leur texture organique et cohésion, ce qui est en grande partie le résultat de la mastication. Cette comation a lieu, tantôt dans la bouche seulement, tantôt aussi dans le pharynx les animaux pourvus de dents gutturales, comme certains poissons, ou même l'estomac, comme chez les oiseaux granivores, dont le gésier a des parois carineuses, ou chez divers crustacés, insectes et mollusques, chez lesquels cet ne est armé de dents. Il s'accomplit, dans le travail de la digestion, plusieurs s qui ont une grande analogie avec nos opérations chimiques ordinaires. Pour une dissolution ou une extraction, le chimiste pulvérise ou hache la matière laquelle il doit opérer, il l'humecte, et la met ensuite digérer avec le dissol-. La pulvérisation ou la comminution et l'humectation s'exécutent simultanét dans la bouche: beaucoup d'animaux, par exemple les oiseaux, ne mâchent

(1) TIEDEMANN et GMELIN, *Recherches sur la digestion*, t. I, p. 172.

pas, ils avalent leur nourriture sans la diviser, la laissent ramollir dans le jabot, et la broient ensuite dans le gésier (1). Après avoir extrait les matières solubles, le chimiste sépare ce qui s'est dissous de ce qui a refusé de le faire; la même chose a lieu dans le travail de la digestion.

Action de la salive.

La salive rend les aliments aptes à être avalés. Le rôle qu'elle joue dans la digestion ne paraît pas être bien considérable (2), puisqu'elle manque chez les poissons et les cétacés. Spallanzani et Réaumur prétendaient avoir remarqué que les animaux digéraient plus vite les aliments contenus dans des tubes percés de trous, quand on les avait préalablement imprégnés de salive, que quand on les avait seulement imbibés d'eau. Tiedemann et Gmelin pensent que la salive exerce une influence dissolvante, mais faible, en vertu des carbonates, acétates et chlorures potassiques et sodiques qu'elle renferme. D'un autre côté, Berzelius dit que, par elle-même, la salive n'extrait des matières alimentaires rien de plus que ce qui pourrait leur être enlevé par de l'eau pure, à la température ordinaire; et je dois avouer qu'en faisant des expériences comparatives sur la salive et l'eau, mises en contact avec de la viande, je n'ai pas trouvé de différence bien notable entre ces deux réactifs, quant à leur manière d'agir. Cependant il semblerait que la salive joue un rôle important dans la digestion des substances végétales; car Leuchs (3) a observé qu'elle convertit en sucre l'amidon cuit, ce qui s'accorde avec la remarque déjà faite que l'amidon se transforme aussi, dans l'estomac, d'abord en gomme, puis peu à peu en sucre (4).

(1) Berzelius, *Traité de chimie*, t. VII. p. 243.

(2) D'après Blondlot (*Traité de la digestion*, p. 450), rien, dans la composition de la salive ne justifie ceux qui lui attribuent une action chimique de quelque importance sur les aliments; elle n'a d'autre effet que de dissoudre quelques uns de leurs éléments, de favoriser la mastication, en les ramollissant, comme ferait de l'eau simple, d'en expulser l'air, en s'insinuant dans leurs pores, enfin de faciliter la déglutition, en les invisquant au moyen de son principe muqueux. A ces usages purement mécaniques, on peut ajouter qu'en vertu de sa propriété alcaline, elle les rend peut-être plus propres à exciter la sécrétion du suc gastrique, dès qu'ils sont admis dans l'estomac. (*Note du trad.*)

(3) Kastner's *Archiv*, 1831.

(4) Depuis la publication du Manuel de M. Mueller, des connaissances toutes nouvelles ont été acquises sur la salive. M. Leuchs avait en effet constaté que la salive *mixte*, rendue par la bouche, transforme l'amidon hydraté à chaud en dextrine ou glucose avec une grande rapidité, et M. Mialhe avait attribué cette action à un principe particulier de la salive, nommé par lui *diastase salivaire*. Puis, MM. Magendie et Rayer, au nom d'une commission, établirent que la salive *mixte* du cheval obtenue par la section de l'œsophage, agit de la même manière que la salive humaine sur l'amidon hydraté à chaud. Enfin, concurremment, M. Lassaigne avait fait voir que la salive parotidienne du cheval n'exerce aucune action transformatrice sur l'amidon hydraté dans les mêmes circonstances, et, à plus forte raison, sur la fécule crue. La question en était là quand M. Bernard la reprit (*Arch. gén. de médec.*, 4e série, t. XIII, p. 1). Une première série d'expériences lui servit à discuter l'existence de la *diastase salivaire*, et il en conclut que ce principe supposé n'existe pas dans la salive au moment où elle sort des glandes. Mais, comme, en définitive, ce principe fermentifère se trouve dans la salive mixte, une nouvelle série d'expériences fut instituée pour en déterminer la source. On sépara de la bouche d'un cheval, récemment mort, des lambeaux de membrane muqueuse lavés d'abord à l'eau tiède; après quoi,

ne sais ce qu'on a voulu dire par une prétendue action dynamique qu'exer- la salive. Ce liquide ne paraît pas non plus avoir pour destination de détruire rticularités organiques qui caractérisent chaque substance alimentaire. Les du venin des serpents et du virus de la rage pourraient conduire à de sem- s idées; mais les glandes qui sécrètent le venin des ophidiens ne sont pas glandes salivaires; c'est fortuitement aussi que la salive des chiens enragés recéler de préférence le principe de la rage, parce que l'infection résulte en al d'une morsure, comme c'est aussi par pur accident que les organes géni- sont le foyer ordinaire de l'infection vénérienne, parce que c'est là qu'en

étalés et exposés à l'air pendant 24 à 36 heures dans une soucoupe placée sur un bain- à +40° cent. On ajouta ensuite une certaine quantité d'eau d'empois d'amidon récem- préparée, de façon que les morceaux de membrane fussent à peu près recouverts par le . Après douze heures de digestion au contact de ces membranes buccales, l'amidon avait plétement transformé en glucose. Pour savoir si cette action de transformation de l'ami- it le résultat de la présence même des membranes, ou bien si elle avait été opérée par e principe soluble cédé à l'eau tiède par ces mêmes membranes, on a établi une autre nce dans laquelle, après avoir obtenu dans l'eau une macération de membranes buccales anière indiquée plus haut, on jeta le tout sur un filtre, et l'on recueillit le liquide filtré, qui it également la propriété de transformer l'eau d'empois d'amidon en glucose, malgré e des membranes qui étaient restées sur le filtre. Donc la muqueuse avait laissé dissoudre au un principe fermentescible capable de réagir sur l'amidon, et c'est évidemment la our laquelle cette eau avait acquis les qualités transformatrices propres au fluide salivaire Cette expérience donne la clef de tous les phénomènes pour l'explication desquels on a in- existence d'une *diastase salivaire*. En effet, de ce que, d'une part, la muqueuse buccale ale peut transformer l'amidon en glucose, sans intervention aucune des liquides que sé- es glandes salivaires, et de ce que, d'autre part, ces mêmes fluides sécrétés par les glandes, lehors de la bouche, ne peuvent pas transformer l'amidon en glucose sans l'intervention iqueuse, il est légitime de conclure que cette puissance ou, si l'on veut, ce ferment nateur de l'amidon réside dans la membrane muqueuse et non dans la salive. Enfin, une e série d'expériences démontre d'une manière directe l'utilité de la salive, pour l'accom- nt des phénomènes physico-digestifs (mastication et déglutition).

In autre mémoire, lu à la Société de biologie, 1850, l'auteur a étudié la glande sous-maxil- a sécrétion, et en a tiré des conséquences relativement à une nouvelle classification des alivaires. Beaucoup d'expérimentateurs ont étudié les propriétés de la salive parotidienne e par la section du canal de Sténon. Il a pensé qu'il serait utile d'en faire autant pour la is-maxillaire, et il a réussi à obtenir, d'abord sur le chien, le produit de sécrétion de nde en faisant une incision au conduit de Wharton. Il constata alors que la salive sous- e possède des propriétés tout à fait caractéristiques. Elle est épaisse, filante et gluante, rtement aux corps solides, mais ne les pénètre pas, et ne peut par conséquent les e facilement. Il découvrit en outre que cette apparence spéciale de la salive sous-maxil- siste avec une propriété remarquable dans le tissu de la glande qui la fournit. En effet, nt cette glande et en la mélangeant avec un peu d'eau chauffée à 30 ou 40 degrés cen- son tissu, au bout de quelques instants de contact, laisse dissoudre dans l'eau le prin- nt caractéristique de la salive sous-maxillaire, et l'on obtient alors un liquide visqueux qui offre, d'une manière frappante, les caractères que possède la sécrétion de la glande illaire pendant la vie. Examinant successivement à ce point de vue les autres glandes et salivaires du chien, il reconnut que toutes, excepté la parotide, offrent cette même de fournir une infusion visqueuse et gluante. Chez d'autres animaux, tels que le cheval, le mouton, etc., les expériences donnent un résultat semblable.

donc ainsi démontré que les autres fluides salivaires ne ressemblent pas à la salive paro- Celle-ci était la seule qu'on eût obtenue jusqu'alors à l'état d'isolement, et elle est nt une salive exceptionnelle se distinguant des autres en ce qu'elle est d'apparence

effet se réalise le plus fréquemment la condition nécessaire de cette infection, le contact du virus avec une membrane muqueuse. D'après les excellentes recherches de Hertwig sur la rage, la salive des chiens enragés n'est pas le seul produit de ces animaux qui communique la maladie, et le sang, par exemple, en fait autant lorsqu'on l'inocule (1). Quant aux plaies faites par morsures, il reste encore à prouver qu'elles diffèrent en quoi que ce soit des autres.

Action du suc gastrique.

Les boissons sont presque entièrement absorbées dans l'estomac, et ne franchissent pas le pylore. Les aliments y subissent une dissolution partielle, qui les réduit en une matière appelée *chyme*, laquelle se compose de deux portions, l'une tout à fait liquide, l'autre consistant en globules. La plupart des physiologistes s'accordent à dire que cette dissolution s'opère couche par couche à partir de

aqueuse, pouvant imbiber et dissoudre les corps avec facilité. Ces propriétés furent constatées sur la salive parotidienne du cheval, du lapin, du chien et du cobaye, et il fut à même de vérifier chez ces animaux que le tissu de la glande parotidienne ne donne jamais une infusion visqueuse et gluante.

La première partie du mémoire a pour but d'établir qu'il existe primitivement deux espèces de salives et deux sortes d'appareils salivaires, distincts par les propriétés de tissu des glandes qui les composent. La séparation que tous les auteurs établissent entre les cryptes muqueux et les véritables glandes salivaires ne saurait désormais être fondée. En effet, la glande sous-maxillaire, considérée par tous les anatomistes comme une véritable glande salivaire, sécrète un liquide muqueux comme les cryptes, et, d'autre part, il est des cryptes qui ne sécrètent pas un liquide muqueux : tels sont ceux qu'on rencontre dans le ventricule succenturié des oiseaux, etc.

Afin de prouver mieux l'importance de cette distinction, le mémoire démontre que la salive aqueuse et la salive visqueuse sont sécrétées dans des circonstances spéciales et en vue d'une fonction différente; ce qui se trouve encore établi, quand on suit dans les animaux le développement relatif de l'appareil glandulaire à salive aqueuse et de l'appareil glandulaire à salive visqueuse.

En effet, l'*appareil à salive aqueuse* (la parotide) est destiné à verser dans la bouche un liquide propre à humecter et à dissoudre les substances. Sur un animal vivant, on constate que sa sécrétion est augmentée par la présence d'un aliment sec, et diminuée ou même suspendue quand la substance ingérée est humide ou accompagnée d'une grande quantité d'eau. Aussi cet appareil salivaire n'existe-t-il jamais chez les animaux qui vivent dans l'eau, quelle que soit la classe à laquelle ils appartiennent. De plus, parmi les animaux qui vivent dans l'air, la parotide n'existe que chez ceux qui sont pourvus de dents disposées pour la mastication. Chez les oiseaux, les amas glanduleux considérés par J.-F. Meckel et Stannius comme des glandes salivaires, fournissent un liquide visqueux.

L'*appareil glandulaire à salive visqueuse* constitué par les glandes sous-maxillaires, les sublinguales, les orbitaires des carnassiers et des ruminants, par les glandules buccales, etc., est destiné à verser dans la bouche un liquide épais et filant, pour la déglutition. Aussi la glande sous-maxillaire, ainsi que les glandes à salive visqueuse, peuvent se rencontrer chez tous les animaux vertébrés, quel que soit le milieu dans lequel ils vivent. Le développement de ces organes glanduleux est indépendant de la disposition des dents et de la fonction de mastication proprement dite, et se trouve lié d'une manière évidente à l'acte de la déglutition. Cette fonction cesse de pouvoir s'accomplir par les organes buccaux, dès que la langue vient à manquer. Aussi voit-on les glandes sous-maxillaires disparaître en général chez les animaux dépourvus de langue.

En résumé, le mémoire prouve qu'il y a deux appareils salivaires, différents par leurs produits, par leurs usages et par leur développement relatif, chez les animaux vertébrés.

(1) *Beiträge zur nähern Kenntniss der Wuthkrankheit.* Berlin, 1829, p. 150, 160.

stomacales, et les observations nombreuses de Beaumont établissent qu'elle dans tous les points de l'étendue du viscère. Les changements que les ali- subissent ainsi, et le temps nécessaire pour qu'ils les éprouvent, nous sont ; par les observations de Gosse sur lui-même, par celles de Réaumur, Spal- i, Stevens, Tiedemann et Gmelin, et Schultz sur les animaux, enfin, par bien nombreuses de Beaumont sur un sujet atteint de fistule stomacale.
llanzani fit avaler à des chats des petits tubes pleins de pain; au bout de cinq , le pain était dissous en partie. La dissolution de la viande exigea neuf , dans une expérience analogue. Des cartilages et des os renfermés dans des des ligaments noués dans un morceau de toile, furent également trouvés ra- ou dissous après un laps de temps plus ou moins considérable. Tiedemann ılin ont vu, chez le chien, qu'au bout de quatre heures, l'albumine coagulée issoute en partie; la fibrine se montra, dans le même laps de temps, gonflée, llée de sa texture fibreuse, et partiellement réduite en albumine dissoute. e perdait, dans l'estomac, sa propriété de se prendre en gelée, et sa réaction ristique avec le chlore, qui, partout ailleurs, la précipite sous forme de fila- Le fromage s'y liquéfiait, sans être converti en albumine. L'amidon cuit ansformé, au bout de cinq heures, en gomme et en sucre. Le gluten, qui ıble dans les acides acétique et chlorhydrique, n'avait subi aucun change- u bout de cinq heures. Le lait se coagulait dans l'estomac, et la matière e, après avoir été précipitée, se redissolvait, tandis que le petit-lait passait n. Après quatre heures de séjour dans l'estomac du chien, la viande crue tra couverte d'une masse pultacée brune. Au bout de deux à quatre heures, t animal, les os et les cartilages étaient un peu ramollis sur les bords et sur aces; le pain était presque entièrement dissous au bout de deux heures et Le fourrage parut abandonner l'estomac des chevaux avant d'avoir subi une ion bien avancée.
nont a eu, pendant plusieurs années, occasion d'étudier la digestion chez me atteint d'une perforation de l'estomac communiquant au dehors. Le t situé à deux pouces au-dessous de la mamelle gauche, le long d'une ligne ce point à l'épine de l'os iliaque gauche; il correspondait donc à la partie le l'estomac, et se trouvait à trois pouces du cardia, près de l'extrémité ıre de la grande courbure. Quand le sujet, étant couché sur le dos, se à gauche pendant qu'on lui appuyait la main sur la région hépatique, la lait à travers un tube de gomme élastique introduit dans la fistule. Quel- mais rarement, on la trouvait mêlée avec le suc gastrique, sans qu'il fût l'employer cette manœuvre. Pour retirer le chyme, on appuyait la main artie inférieure de l'épigastre, en pressant de bas en haut; lorsque l'estomac n, il suffisait d'appuyer sur l'orifice extérieur pour produire cet effet. Dans vacuité du viscère, on pouvait l'examiner jusqu'à une profondeur de cinq uces, en le maintenant distendu par des moyens artificiels; de cette ma- n parvenait à voir les aliments et les boissons s'y introduire. Beaumont a journal complet des digestions de cet homme. La table suivante indique qu'exigea la digestion des divers aliments, qui étaient pris avec du pain des végétaux, ou avec ces deux substances à la fois.

ALIMENTS.	MODE de PRÉPARATION.	TEMPS du REPAS.	TRAVAIL. MODERÉ. Digestion.		TRAVAIL. FORT. Digestion.		REPOS. Digestion		REMARQU
			heur.	min.	heur.	min.	heur.	min.	
Tripes.	étuvées. . . .	Déjeuner.	1	»	»	»	»	»	
Pieds de cochon.	bouillis. . . .	Id. . . .	1	»	»	»	»	»	
Gibier frais. . . .	rôti.	Id. . . .	1	35	»	»	»	»	
Merluche.	bouillie . . .	Dîner. . .	2	»	»	»	»	»	
Pain et lait. . . .	froid.	Id. . . .	2	»	»	»	»	»	
Dinde.	rôtie.	Id. . . .	2	30	»	»	»	»	
Oie sauvage. . . .	id.	Id. . . .	2	30	»	»	»	»	
Cochon jeune. . .	id.	Id. . . .	2	30	»	»	»	»	
Hachis	chaud	Déjeuner.	2	30	»	»	»	»	
Huîtres.	crues.	Dîner. . .	2	45	»	»	»	»	Suspendues dans l
Id.	cuites.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	
Id.	crues.	Déjeuner.	3	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Dîner. . .	3	»	»	»	»	»	Avec un peu de p
Id.	cuites.	Id. . . .	3	39	»	»	»	»	
Bœuf.	rôti.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	3	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Déjeuner.	2	45	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	3	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	»	»	»	»	3	15	
Id.	id.	Id. . . .	»	»	3	30	»	»	Travail jusqu'à la
Id.	bouilli	Id. . . .	4	»	»	»	»	»	L'estomac paraît
Id.	id.	Dîner. . .	»	»	3	30	»	»	
Id.	id.	Dejeuner.	3	38	»	»	»	»	Beaucoup de gra
Id.	id.	Souper. .	»	»	»	»	4	»	Id.
Id.	id.	Déjeuner.	»	»	»	»	4	30	Id. le matin a
Id.	id.	Dîner. . .	3	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	»	»	»	»	4	»	
Id.	id.	Déjeuner.	»	»	»	»	4	25	
Id.	id.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	»	»	»	»	4	15	
Bœuf salé.	id.	Dîner. . .	5	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	
Cochon salé . . .	id.	Déjeuner.	5	45	»	»	»	»	Mauvaise humeu l'expérience.
Id.	id.	Id. . . .	4	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	5	15	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	6	»	»	»	»	»	Repas très copie
Id.	id.	Id. . . .	4	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	4	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	4	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Dîner. . .	4	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Déjeuner.	»	»	4	»	»	»	
Id.	id.	Dîner. . .	»	»	3	30	»	»	
Cochon frais . . .	grillé.	Id. . . .	6	30	»	»	»	»	Repas très copie
Id.	rôti.	Id. . . .	3	15	»	»	»	»	
Id.	id.	Déjeuner.	4	30	»	»	»	»	
Mouton.	grillé.	Dîner. . .	3	15	»	»	»	»	
Id.	rôti.	Déjeuner.	»	»	3	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	4	30	»	»	»	»	L'estomac paraît
Id.	id.	Dîner. . .	4	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Dejeuner.	4	30	»	»	»	»	Repas copieux m
Œufs.	durs.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	Pain ou pain et
Id.	à la coque. .	Id. . . .	3	»	»	»	»	»	
Id.	durs.	Dîner. . .	3	30	»	»	»	»	Estomac malade.
Id.	id.	Déjeuner.	3	30	»	»	»	»	Id.
Id.	à la coque. .	Dîner. . .	3	»	»	»	»	»	
Saucisses.	rôties.	Déjeuner.	3	30	»	»	»	»	Avec œufs à la c
Id.	id.	Dîner. . .	3	»	»	»	»	»	
Id.	étuvées. . . .	Déjeuner.	4	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Id. . . .	5	»	»	»	»	»	Dans une bourse
Id.	rôties.	Id. . . .	3	30	»	»	»	»	line; estomac
Id.	id.	Id. . . .	»	»	4	15	»	»	
Poule.	bouillie. . . .	Id. . . .	4	»	»	»	»	»	Avec pain et caf
Id.	id.	Dîner. . .	4	»	»	»	»	»	Avec pain et eau
Id.	id.	Id . . .	4	»	»	»	»	»	
Veau	rôti.	Déjeuner	4	»	»	»	»	»	Dans un sac de
Id.	id.	Dîner. . .	4	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Déjeuner.	4	»	»	»	»	»	
Id.	id.	Dîner. . .	4	45	»	»	»	»	Estomac malade
Id.	id.	Déjeuner.	»	»	3	45	»	»	
Id.	id.	Dîner. . .	4	30	»	»	»	»	
Id.	id.	Déjeuner.	5	30	»	»	»	»	Estomac malade.
Bouillon gras et végétaux. . . .	»	Id. . . .	4	»	»	»	»	»	
Pain et beurre. .	avec café. . .	Id. . . .	4	15	»	»	»	»	Estomac malade.
Pain sec	id.	Id. . . .	3	45	»	»	»	»	
Id.	av[illegible]		—	45	»	»	»	»	

l ne sera pas sans intérêt de rapporter en détail quelques uns des cas du journal Beaumont.

re *série*, *exp.* 1. Vers midi, on introduisit dans l'estomac, suspendus à des fils, morceau de bœuf à la mode très épicé, un morceau de bœuf salé maigre et cru, morceau de cochon gras salé, un morceau de bœuf salé bouilli, un morceau pain, et un paquet de choux crus hachés, de chacun à peu près deux gros. A heure, les choux et le pain étaient à demi digérés; les morceaux de viande raient subi aucun changement. On remet le tout dans l'estomac. A trois heures, choux, le pain, le cochon et le bœuf bouilli sont digérés et ont quitté les fils; autres morceaux sont peu changés: on les remet en place. A quatre heures, le af à la mode est en partie digéré, et le bœuf cru n'est que peu macéré à la sur-. L'expérience ne fut pas poussée plus loin, parce que le sujet éprouvait du aise. Le lendemain, il avait des maux d'estomac et de tête, de la constipation, pouls faible, la peau sèche, la langue chargée, et la face interne de l'estomac verte de nombreux aphthes blancs, phénomène que Beaumont a souvent observé nd le viscère était malade.

e *série*, *exp.* 33. Vers une heure, portion de bœuf grillé, de pain et de pom-s de terre; au bout d'une demi-heure, le contenu de l'estomac ressemblait à e soupe épaisse; vers quatre heures, la chymification était terminée; à six heures, ne trouva plus rien dans l'estomac, si ce n'est un peu de suc gastrique coloré r de la bile.

Exp. 42. A trois heures, déjeuner de trois œufs durs, omelette et café; vers t heures et demie, il ne restait rien dans l'estomac.

Exp. 43. A onze heures et demie, deux œufs à la coque et trois pommes mûres; bout de dix minutes, la digestion était commencée; vers midi et demi, l'estomac it vide.

Exp. 44. Le même jour, à deux heures, cochon grillé et légumes; à trois heures, mification à moitié achevée; vers quatre heures, plus rien dans l'estomac.

Exp. 45. A huit heures, chair d'oie; à quatre heures, les deux tiers du contenu l'estomac ont disparu, et le reste est chymifié; à quatre heures et demie, l'es-ac est vide.

3e *série*, *exp.* 18. A huit heures et demie, on suspendit dans l'estomac deux s de saucisse rôtie, entourés d'une mousseline; le sujet avala aussi de la sau-e, du mouton rôti et du café. Vers onze heures et demie, l'estomac était itié vide, et le contenu de la bourse diminué de moitié; à deux heures, estomac e; dans la bourse, quinze grains seulement de fibres cartilagineuses et cutanées l'épices (celles-ci se montant à 6 grains) (1).

1) Blondlot a fait (*Traité de la digestion*, p. 254-353) une longue série d'expériences, au en de chiens chez lesquels il avait pratiqué une fistule gastrique, sur la manière dont les rs aliments se comportent dans le viscère. Il les divise en simples azotés, simples non azotés, mposés. Il a expérimenté dans la première classe la fibrine, retirée du sang de bœuf, l'al-ine liquide, l'albumine coagulée en flocons ou en morceaux, le gluten non coagulé et coa-, la caséine, la gélatine et le mucus; dans la seconde, le sucre, la gomme, la pectine, idon, la fécule, le ligneux, les résines; dans la troisième, les tissus cellulaire, musculaire, ax, cartilagineux, osseux et parenchymateux, le lait, etc. La plupart des expériences ont aites comparativement, hors de l'estomac, avec du suc gastrique, et avec de l'eau vinaigrée

Beaumont a remarqué que la température ne s'éleva pas dans l'estomac pendant la digestion (1). Elle y est constamment à 100 degrés F.; ce n'est que durant les efforts qu'elle y augmente de quelques degrés, comme dans d'autres parties.

L'estomac ne contient généralement que très peu de gaz durant la digestion. Magendie et Chevreul ont examiné ce gaz chez un supplicié : il se composait d'oxygène 11,00, acide carbonique 14,00, hydrogène 3,55, azote 71,45.

Les matières que Tiedemann et Gmelin ont trouvées dans le chyme sont: 1° l'albumine, chez les chiens, après les œufs durs, la fibrine, la viande, le pain, le gluten, moins après l'albumine liquide, le fromage, la colle et les os ; 2° une matière analogue à la caséine, chez les chiens nourris d'albumine liquide et de fibrine; 3° une matière précipitable par le chlorure d'étain, chez les chiens, après le gluten, le fromage et le lait ; chez les chevaux, après l'amidon et l'avoine ; c'est probablement un mélange d'osmazome et de ptyaline.

Les deux premiers estomacs des ruminants, qui contiennent un liquide chargé de carbonate alcalin, peuvent, par cela même, extraire des plantes de l'albumine végétale et du gluten. Le liquide extrait parvient dans le troisième estomac, où ce qui n'a point été dissous n'arrive qu'après avoir été ruminé. Suivant les recherches de Tiedeman, Gmelin, Prevost et Leroyer, la portion dissoute de la masse

ou acidulée par le phosphate acide de chaux. Ce travail, du plus haut intérêt, devra être consulté dans le livre même. Une des notes suivantes en présentera les principales déductions. Payen (*Comptes rendus*, t. XVII, p. 654), opérant sur du suc gastrique qui lui avait été remis par Blondlot, a obtenu des résultats identiques sous l'influence réunie de ce liquide et d'une température soutenue pendant huit heures entre 36 et 39 degrés centigr. : 1° les viandes cuites de bœuf et de porc furent désagrégées au point d'être réduites, par une légère agitation, en une substance pulpeuse, contenant quelques fibrilles; 2° l'ichthyocolle fut désagrégée et partiellement dissoute; la solution avait perdu la faculté de se prendre en gelée; 3° des tranches de peau de bœuf desséchées et coupées perpendiculairement à la surface épidermique laissèrent désagréger et dissoudre une grande partie du tissu cellulaire, montrant alors les poils dégagés et traversant l'épiderme. Les mêmes substances, en volumes égaux, mises dans l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, de façon à présenter sensiblement la même acidité, n'éprouvèrent, après huit heures de contact, à la température de 36 à 39 degrés, aucun changement bien appréciable. Les tissus musculaires avaient conservé leurs formes et une grande résistance, et la gélatine se prit, par le refroidissement, en une gelée ferme et transparente. Bernard de Villefranche (*Comptes rendus*, 1844, t. XVIII, p. 995) a opéré, non pas, comme Payen, hors de l'estomac, mais dans l'estomac même d'un chien sur lequel une fistule gastrique avait été établie. De la viande crue et de la soupe au lait sucrée furent introduites par la fistule. Au moment de l'ingestion, la muqueuse, qui n'était visible que dans une certaine étendue, devenait rouge, turgide, comme érectile, et en même temps il se produisait abondamment à sa surface un liquide transparent et acide. En général, la viande crue était réduite, au bout de trois ou quatre heures, en une pâte chymeuse à réaction très acide. Quant à la soupe, le lait était d'abord coagulé; puis, après une demi-heure ou trois quarts d'heure, le tout ne formait plus qu'une bouillie homogène, blanchâtre, à réaction très acide. Ce n'est que plus tard que l'estomac était complétement vide. Dans aucune circonstance, on n'a observé des signes de fermentation dans les matières qui composaient la soupe sucrée. Ces résultats sont parfaitement concordants avec ceux de Blondlot.

(*Note du trad.*)

(1) Blondlot (*Traité de la digestion*, p. 355) a constaté aussi un très grand nombre de fois que le travail digestif n'élève pas sensiblement la température de l'estomac. Lorsqu'il maintenait la boule du thermomètre vers la portion moyenne du viscère, l'instrument marquait invariablement 39 degrés centigr. ; mais, en l'enfonçant vers le pylore, il pouvait le faire monter jusqu'à 39 3/4. (*Note du trad.*)

les deux premiers estomacs contient de l'albumine dissoute à la faveur
après que l'animal avait mangé de l'avoine, le liquide du chyme du
mac contenait tant d'albumine, qu'il se coagulait à + 81 degrés C:
ce moins nourrissante ne lui communiquait pas cette propriété. Pre-
yer ont évalué très haut la quantité de l'albumine contenue dans le
imé de la masse renfermée dans la panse des bœufs. La digestion dans
miers estomacs s'accompagne aussi d'un dégagement de gaz sulfide
ide carbonique et carbure d'hydrogène; ce dernier reste à l'état ga-
que les deux autres se dissolvent dans le liquide. Le gaz qui se dégage
t est composé, d'après Lameyron et Fremy, de sulfide hydrique 0,80,
drogène 0,15 et acide carbonique 0,5. Dans le troisième estomac, le
t acide; il l'est encore davantage dans le quatrième. La caillette du
it du lait caillé, dans les expériences de Tiedemann et Gmelin. On y a
de l'albumine, chez les bœufs et les veaux; 2° une matière qui rou-
acide chlorhydrique, chez les bœufs et chez les brebis; 3° une ma-
able par le chlorure d'étain, chez les brebis.
fait voir, et Prout a constaté, que le chyme était bien plus chargé
hez un chien nourri de substances animales que chez un autre auquel
mé du pain seulement (1).
n et Gmelin, en examinant le liquide qui s'était formé dans le jabot
les aliments, y ont trouvé l'albumine de ces derniers dissoute, ce qui
e coagulait quelquefois par l'action de la chaleur; il y avait de l'albu-
l'usage de la viande, de l'albumine végétale après celui des céréales
ines. Ces substances sont encore plus abondantes dans le gésier.

Théorie de la digestion.

théories qui ont été imaginées jadis pour expliquer l'essence de la
s'en trouve plusieurs qui n'offrent qu'un intérêt purement historique.
r exemple, celle qui attribuait l'attrition des substances alimentaires à
parois de l'estomac. Chez la plupart des animaux, l'estomac n'est pas
manière à remplir cet office: d'ailleurs, les expériences de Réaumur
nzani ont montré qu'il digère tout aussi aisément les substances ren-
des tubes criblés de trous, où elles ne pourraient subir aucune pres-
me, à peine est-il nécessaire de rappeler que la théorie de la putréfac-
ments dans l'estomac n'a pas de fondement, puisque les substances
donnent aucun signe de putridité, tandis qu'elles ne manqueraient pas
er si on les abandonnait à elles-mêmes, sous l'influence d'une tem-
30 degrés R.; on sait même, Spallanzani (2) l'a démontré, que, pen-
tion, la putréfaction s'arrête dans celles dont elle avait commencé à

t actuel de la science, nous avons deux propositions à résoudre:
estion s'accomplit-elle sans le concours d'aucun suc digestif, et ne

(1) , *Ann. of philos.*, 1819, janvier et avril.
(2) *es sur la digestion.* Genève, 1808, in-8.

consiste-t-elle qu'en un changement chimique, résultant d'une fermentati
d'une oxydation, qui fait que les aliments perdent toute trace de leur cohé
En d'autres termes, ce qu'on nomme le suc gastrique est-il le produit seule
et non la cause de la digestion?

2° Ou bien, la digestion consiste-t-elle essentiellement en une dissolution et une modification chimique des aliments, opérées par un menstrue particulier, le suc gastrique?

Dans la théorie de la fermentation (Boerhaave), on supposait que les principes des substances alimentaires exercent les uns sur les autres une action chimique, mise en jeu, soit par un reste de la digestion précédente, soit par un ferment dont la sécrétion est due à l'estomac. L'acide de l'estomac serait donc, d'après cela, un produit de la fermentation. Cette théorie n'a jamais été établie sur des preuves; mais nous pouvons aujourd'hui la réfuter. S'il s'accomplissait une fermentation dans l'estomac, elle serait certainement d'une espèce particulière, et tout à fait différente des autres fermentations connues, puisque, comme on le verra plus loin, aucun des phénomènes essentiels de la fermentation ne se manifeste dans le cours des digestions artificielles.

La théorie récemment exposée par Schultz n'a pas, il est vrai, la fermentation pour point de départ: cependant elle repose sur un principe analogue, puisqu'elle prétend que les aliments ne sont pas dissous par un suc particulier de l'estomac, que, s'ils perdent leur cohésion en subissant une métamorphose, c'est par l'effet d'un travail d'oxydation, et que l'acide est, non pas la cause, mais la conséquence de la formation du chyme. Montègre avait déjà nié l'existence d'un suc gastrique spécial. Il avait trouvé, dans les expériences sur lui-même, que, quand il s'était débarrassé, par le vomissement, de tous les liquides contenus dans l'estomac, avait avalé de la magnésie, afin de neutraliser ceux qui auraient pu y rester encore, les aliments qu'il prenait ensuite ne s'en convertissaient pas moins en chyme, n'en devenaient pas moins acides. Le suc gastrique ne lui semblait donc qu'un mélange de salive et de mucus, auquel la chymification faisait subir changements. Or, il est facile de voir que, dans les circonstances alléguées Montègre, la chymification pouvait tout aussi bien être le résultat de la sécrétion d'une nouvelle quantité de suc gastrique. Les arguments que Schultz rapporte faveur de cette théorie sont les suivants: 1° Il n'y a pas de suc gastrique proprement dit; ce que Tiedemann et Gmelin ont pris pour tel, était un reste de chyme aucun acide ne se forme hors du temps de la chymification, et nulle irritation mécanique des parois de l'estomac ne pourrait non plus en produire. Cet a de la théorie de Schultz est en contradiction avec les résultats directs des observations, tant de celles de Spallanzani, Tiedemann et Gmelin, que celles, plus concluantes encore, de Beaumont. 2° Schultz invoque aussi l'analogie végétaux, chez lesquels les aliments sont préparés de la même manière, la substance nutritive de la graine qui germe se trouvant convertie en acide et en et ainsi rendue soluble par une sorte d'oxydation. Ces arguments sont très mais on n'en peut pas moins demander si, chez les animaux, il existe un dissolvant particulier, un suc gastrique, capable de dissoudre les aliments, même du corps. Or, quoiqu'on ne veuille point avoir égard à l'existence de cet lorsqu'on raisonne d'après les faits incomplets dont la science était en posses

lle n'en est pas moins parfaitement démontrée par les nombreuses et contes observations de Beaumont, Eberle et autres. 3° Enfin Schultz allègue ulation du lait par l'estomac, l'acidification de ce liquide offrant un exemple conversion d'un aliment non acide en un chyme acide. Il ajoute aussi que est coagulé par une infusion d'estomac de veau desséché, après qu'on a lisé tout l'acide de celui-ci par du carbonate potassique ; que l'infusion de nac frais d'un chien qu'on a laissé jeûner pendant quarante heures fait le lait, quoiqu'elle donne des signes prononcés d'alcalescence ; que le lait gule chez de jeunes chiens à la mamelle dont l'estomac, resté vide pendant à seize heures, est neutre ou alcalin ; qu'alors seulement le phénomène a vec plus de lenteur que quand le viscère contient un acide. Mais la coagulalu lait ne reconnaît pas pour cause unique l'acide du suc gastrique, ainsi que lius l'a déjà fait voir, et l'on sait positivement qu'elle dépend d'un principe ique particulier de ce suc.

jourd'hui, tout dépend de la solution des quatre questions suivantes : 1° Y un suc gastrique spécial ? 2° Ce suc gastrique, quelle qu'en soit la nature, apte à dissoudre les aliments dans le corps et hors du corps ? 3° S'il a cette de, est-ce lui, ou un autre principe susceptible d'être mis en évidence, qui la dissolution des aliments ? 4° Cette dissolution est-elle accompagnée d'un ement chimique (1) ?

Il y aurait encore à se demander si le suc gastrique n'a d'autre office que de dissoudre nents. Dumas, considérant la digestion à un point de vue général, ne lui attribue en ve d'autre effet que de dissoudre ou de diviser les aliments, de façon que les matières s passent dans le sang, inaltérées pour la plupart, tandis que les matières insolubles it aux organes absorbants assez divisées pour pouvoir être absorbées. Blondlot (*Traité de stion*. Nancy, 1843) croit être arrivé, par la voie expérimentale, au même système que bre chimiste par les inspirations de la théorie. De ses nombreuses expériences sur les moons que les matières qui font partie des aliments éprouvent de la part du suc gastrique, lut que ces matières peuvent être rangées en trois classes : 1° celles qui sortent de l'estoqui même parcourent tout le trajet des intestins, sans que l'absorption leur enlève aucun e nutritif (mucus liquide et solidifié, ligneux, fécule, résines) ; 2° celles qui se dissolvent suc gastrique, absolument comme elles le feraient dans de l'eau pure (albumine liquide, , sucre, gomme, amidon) ; 3° celles sur lesquelles l'action dissolvante du suc gastrique le, ou à peu près, mais qui, sous l'influence de cet agent, perdent une grande partie de hésion. Pour quelques unes de celles-ci, l'effet est produit par l'eau acidulée qui entre composition du suc gastrique (tissu parenchymateux des fruits et des racines succulentes) ; 'autres, le ramollissement est dû à une modification spéciale que le suc gastrique leur fait er (fibrine, albumine végétale et animale concrète, caséine durcie par la chaleur, maui fournissent la gélatine, gélatine). C'est cette action spéciale qui constitue le caractère l de la chymification. Or, Blondlot rappelle que toutes les substances nutritives qui sont ibles d'éprouver une pareille modification renferment de l'azote et sont isomères, c'est-à-nposées des mêmes éléments, en mêmes proportions, mais disposés dans un ordre difféinsi, le suc gastrique, loin d'étendre son action spéciale sur toutes sortes de matières aires, ne la déploierait en réalité que sur les variétés d'un produit essentiellement iden-l'un autre côté, Blondlot rappelle encore que le suc gastrique ne dissout réellement pas stances, ou du moins que l'action dissolvante qu'il exerce sur elles est à peu près insigniet que cette dissolution d'une minime quantité de produit doit être considérée comme nomène accidentel, occasionné par l'acide dont la présence est indispensable pour que le rique mette en jeu son action spécifique. Celle-ci a pour effet de faire éprouver aux suben question un ramollissement tel, que la moindre agitation les réduise en molécules

1° Existe-t-il un suc gastrique? La réponse a déjà été donnée dans le pa
précédent, où nous avons cité les nombreuses expériences de Tiedemann
lin, et celles bien plus décisives encore de Beaumont. Le physiologiste a
en irritant par des moyens mécaniques l'estomac du sujet à jeun qu'il a
sion d'observer, déterminait la sécrétion d'une quantité notable de suc g
et retirait ce suc du viscère par l'ouverture extérieure de la fistule.

2° Le suc gastrique est-il un dissolvant des aliments dans le corps et
corps? Tout dépend ici de la possibilité d'opérer la dissolution des alim
de l'estomac, en les mêlant avec du suc gastrique. Spallanzani a, le premie
de la célébrité aux digestions artificielles. Il se procurait du suc gastrique
en faisant avaler à l'animal de petites éponges attachées avec un fil, qu'i
au bout de quelque temps, et qu'il exprimait; le liquide ainsi obtenu é
avec des aliments mâchés, et le tout, renfermé dans de petits flacons, ét
sous l'aisselle; quinze heures ou deux jours après, les aliments paraissa
convertis en chyme. Les expériences soumises par Montègre à l'Acadé
sciences (1) parurent réfuter celles de Spallanzani; Montègre avait la fa
vomir à volonté, ce qui lui permettait de se procurer à jeun le prétendu s
trique, qu'il trouva sensiblement acide dans la plupart des cas.

Après que Stevens eut obtenu, dans une expérience sur la digestion arti
des résultats analogues à ceux de Spallanzani, Tiedemann et Gmelin en
rent d'autres avec le suc gastrique de deux chiens. Dans la première, on m
grammes de suc gastrique avec trois grammes de bœuf bouilli, et dix gram

solides d'une extrême ténuité. Mais non seulement elle diminue leur affinité de cohésio
augmente aussi leur affinité de composition, et les rend susceptibles de résister à la put
pendant un laps de temps qu'on ne saurait limiter, dont la durée, toutefois, excède de b
celle du séjour que les matières alimentaires font généralement dans les différentes pa
tube digestif. Ainsi la chymification ne serait, en fin de compte, d'après Blondlot, qu'u
sion de la matière, laquelle ne subirait aucune décomposition dans ce changement d'ét
tant uniquement sur le mode d'agrégation. Quant à la substance de laquelle dépend l'ac
suc gastrique, il déclare ne pas la connaître : seulement, elle doit être éminemment alt
puisque, exposé à une température de 40 à 60 degrés cent., ce suc perd complétement et i
blement sa vertu, quoiqu'à l'aide de nos moyens actuels d'investigation on ne puisse dé
l'altération qu'il a subie, attendu qu'il conserve sa transparence, sa limpidité, sa coul
odeur, son acidité, qu'aucun gaz ne s'en échappe, qu'aucune coagulation ne s'y effectu
tion de l'air produit le même effet en très peu de temps, tandis que le suc gastrique peut
de l'air, être conservé des années entières sans que son efficacité s'affaiblisse. Ainsi : 1° l
n'est pas la source de cette vertu, puisqu'elle peut persister quoique celle-ci soit détruit
présence d'un acide est cependant nécessaire pour qu'elle se développe, quoique d'a
nature de l'acide ne paraisse pas être d'une grande importance; 3° les sels peuvent ê
enlevés sans qu'elle soit anéantie; 4° l'eau pure, quand on en ajoute environ deux volum
le suc gastrique tout à fait inerte; mais l'eau acidulée avec un acide quelconque ne l
pas de fonctionner à la manière ordinaire; 5° l'alcool absolu, les acides et alcalis con
le tannin, le chlore, etc., annihilent sa vertu, en modifiant la matière animale. En r
l'action spécifique exercée par le suc gastrique sur certaines substances azotées doit être a
à une matière particulière, bien certainement de nature organique, mais différente d
celles que Blondlot admet dans le liquide. Il la regarde comme appartenant à la classe
duits organiques qu'on appelle ferments, et il n'a pu parvenir à l'isoler. Nous avons dit
que Payen dit l'avoir isolée, et qu'il lui a imposé le nom de *gastérase*. (*Note du t*

(1) *Expériences sur la digestion dans l'homme*. Paris, 1814, in-8.

ıme suc avec un cube de pain bis, sans croûte ; on mit dans un troisième ıne égale quantité de viande enveloppée par l'estomac, avec la surface interne el elle était en contact : on agit de même avec du pain et une pièce de l'es- ; un troisième morceau de l'estomac fut plongé dans du lait ; on mit un eau de viande pareil au précédent dans de l'eau ; enfin on plongea un mor- le pain semblable au premier dans de l'eau. Les sept vases furent placés ıne tasse pleine d'eau, dont on fit en sorte de tenir la température entre 30 degrés centigrades pendant huit heures. Ce laps de temps écoulé, on trouva i suit : la viande du premier vase était convertie, à la surface, en une bouillie blanc rougeâtre, très molle, et facile à racler. Celle du troisième n'offrait pas uit semblable ; tout au plus était-elle un peu plus molle que celle du sixième, trouvait dans de l'eau pure. Cette dernière était dure, tenace, et l'on n'en it rien détacher en la raclant. Le pain du second vase était converti en une blanchâtre et molle, facile à racler. Celui du quatrième était presque au- amolli. Celui du septième était bien devenu également plus blanc et plus mais il ne paraissait pas l'être autant que celui du second vase. Le lait nquième était resté parfaitement liquide. Dans la seconde expérience, faite 2 grammes de suc gastrique, on mit dans six petits verres du suc gastrique bœuf cru, du suc gastrique et du blanc d'œuf durci, de l'eau et du bœuf, ıu et du blanc d'œuf ; de l'eau, dix gouttes de vinaigre distillé et du bœuf ; au, dix gouttes de vinaigre distillé et du blanc d'œuf. On observa partout êmes proportions, et l'on plaça les verres dans un vase plein d'eau, qui aintenu à la température de 30 à 40 degrés centigrades. Au bout de dix s, la viande du premier vase était très ramollie à la surface, de manière la raclant on détachait une espèce de bouillie ; elle avait pris aussi une teinte uge pâle. Le blanc d'œuf était également ramolli à la surface, de sorte qu'on it aisément détacher quelque chose en le raclant, et il ressemblait presque à qu'on avait trouvé dans l'estomac d'un chien nourri avec du blanc d'œuf cuit. ınde du troisième vase était blanchâtre et ferme. Le blanc d'œuf du qua- était également dur. Les substances contenues dans les deux autres vases ıient non plus aucune trace de ramollissement (1).

expériences de Beaumont sur la digestion artificielle offrent un intérêt tout ılier. Nous allons les rapporter en extrait.

série, exp. 2. Une once de suc gastrique fut recueillie après que le sujet ûné pendant dix-sept heures. Beaumont y mit un morceau de bœuf salé , du poids de trois gros, et plongea le vase dans un bain-marie, à la tem- re de 100 degrés F. Au bout de quarante minutes, la digestion avait sensi- nt commencé à la surface de la viande ; au bout de cinquante minutes, le était devenu trouble, et la surface de la viande commençait à se détacher ; ıt de deux heures, le tissu cellulaire était détruit, et les fibres musculaires ent plus de cohérence ensemble ; au bout de six heures, il ne restait que ıes fibres ; au bout de dix heures, tout était digéré. Le suc gastrique, qui impide au début de l'expérience, déposa par le repos un sédiment ténu. ıont avait suspendu, pendant ce temps, dans l'estomac du sujet, un petit

(1) *Rech. exp. sur la digestion*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1827, t. I, p. 227.

morceau de bœuf, qui, une heure après, avait subi le même changement que dans la digestion artificielle, mais qui, au bout de deux heures, fut entièrement digéré.

2e *série*, *exp.* 24. Une once et demie de suc gastrique, recueillie après un jeûne de dix-huit heures, fut mise au bain-marie, à une température de 100 degrés F., avec douze gros de bœuf salé bouilli. Au bout de six heures, la viande était à demi dissoute; au bout de vingt-quatre heures, le résidu desséché ne pesait plus que cinq gros deux scrupules et huit grains.

Exp. 25. Vingt minutes après que le sujet eut pris un repas ordinaire de bœuf salé cuit, de pain, de pommes de terre et de carottes, avec un verre de vin, Beaumont retira, par la fistule, un vase plein du contenu de l'estomac, et l'exposa à une température de 90 à 100 degrés F. Au bout de cinq heures, il n'y avait qu'une faible différence entre la digestion artificielle et la digestion naturelle.

L'*exp.* 26 donna un résultat analogue. Ici, le sujet avait pris, à son repas, huit onces de bœuf salé maigre, quatre onces de pommes de terre et quatre onces de carottes cuites. Au bout de quarante-cinq minutes, Beaumont retira une partie du contenu de l'estomac. La viande était réduite en petits fragments mous et pulpeux, le liquide trouble et mucilagineux. On tint le tout chaudement, comme à l'ordinaire. Au bout de deux heures, Beaumont enleva encore une partie du contenu de l'estomac. Au point de vue des progrès de la digestion, elle offrit presque les mêmes phénomènes que la portion dont on avait continué artificiellement la digestion; dans celle-ci, presque toutes les parcelles de viande avaient disparu, et se trouvaient converties en un sédiment brun rougeâtre, tandis que des caillots mous et blancs nageaient à la surface du liquide. On continua la digestion artificielle de la seconde portion extraite du viscère. Au bout de trois heures, à partir du début de l'expérience, la digestion avait fait des progrès égaux dans les deux vases. Le lendemain matin (la digestion avait commencé vers trois heures après midi), tout était digéré, à cela près de quelques débris de végétaux. Les contenus des vases acquirent, pendant ce laps de temps, la consistance d'une gelée peu épaisse, de couleur brune claire, de saveur salée et acide.

Exp. 31. Beaumont obtint de l'estomac vide du sujet deux onces de suc gastrique, qu'il divisa en deux parties égales, dans chacune desquelles il mit une égale quantité de roast-beef; l'une fut chauffée au bain-marie, à 99 degrés F.; l'autre laissée à l'air libre, la température étant de 34 degrés. La même quantité de viande fut mise dans une égale quantité d'eau, qu'on laissa tranquille, sans la chauffer. Une heure après, le sujet avait achevé son déjeuner de la même viande, avec du biscuit, du beurre et du café. Vers dix heures, Beaumont fit sortir de l'estomac une certaine quantité de nourriture partiellement digérée, et la chauffa comme de coutume. La viande de la digestion artificielle à chaud était dans le même état que celle de l'estomac; celle de la digestion à froid était moins digérée; celle qu'il avait mise dans l'eau était seulement macérée, comme après la mastication. Deux heures quarante-cinq minutes après le commencement de l'expérience, tout était digéré dans l'estomac, et sorti du viscère. Comme, au bout de six heures, à partir du début de l'expérience, les morceaux de viande plongés dans le suc gastrique restaient à demi digérés, et que rien ne s'en dissolvait plus, Beaumont retira deux gros de suc gastrique de l'estomac, et les ajouta tant aux deux digestions arti-

s qu'à la masse qu'il avait retirée de l'estomac. Alors la digestion reprit, et ha régulièrement, mais plus vite, dans la portion retirée de l'estomac, où ce-ant un morceau de viande, qui probablement avait été avalé sans être mâché, sans se dissoudre. Les vases contenant de l'eau froide et du suc gastrique avaient peu changé au bout de huit heures. Au bout de vingt-quatre heures, bserva les phénomènes suivants : la portion retirée de l'estomac, une heure le repas, était complétement digérée, et convertie en une masse pultacée, se, de couleur brune-rougeâtre, à l'exception du morceau de viande non é : cette portion avait une odeur âcre, de rance, et était un peu amère. La on de suc gastrique mêlée avec de la viande ressemblait beaucoup à la précé-, quoique moins complétement digérée ; elle n'était pas si consistante, mais ivait la même odeur âcre et la même amertume ; son odeur était en même s empyreumatique et faiblement putride. Les portions froides de chair et de gastrique, de chair et d'eau, se ressemblaient beaucoup : toutes deux étaient rées, mais non digérées ; à peine le suc gastrique avait exercé un peu plus ion que l'eau. Du reste, le suc gastrique avait acquis un goût particulier ; sa ur était d'un brun foncé, tandis que la portion aqueuse était d'un gris rou-e. A peu près vers la même époque du lendemain, c'est-à-dire une heure tard que n'avait commencé l'expérience du jour précédent, Beaumont exposa eux dernières portions à la chaleur du bain-marie, et les y laissa pendant vingt-e heures : la digestion marcha alors d'une manière sensible dans celle qui nait du suc gastrique ; la viande diminua, et il se produisit un liquide gluti-; quant à celle qu'on tenait dans l'eau, il n'y parut pas d'autres phénomènes eux d'une simple macération ; la fermentation putride commença vers la fin ernières vingt-quatre heures.

série, exp. 15. Déjeuner de beefsteak, de pain et de café ; au même mo-, le sujet mâcha quatre gros de beefsteak, qu'on mit dans du suc gastrique, qui été retiré auparavant de l'estomac. Une autre portion de viande, non mâchée, longée dans une même quantité de suc gastrique. On tint les deux vases à la ır ordinaire. Enfin un troisième morceau de viande fut placé dans de l'eau. ut de deux heures et demie, le repas était presque digéré dans l'estomac, que le la moitié avait déjà quitté. Le chyme, comparé au produit des digestions ielles, ressemblait presque à celui de la viande mâchée mise dans du suc que ; mais il était plus digéré, plus liquide, et contenait des particules d'huile pain. La viande non mâchée était moins gélatineuse, et de couleur plus ; elle n'avait pas beaucoup diminué ; la surface seulement était un peu dé-, ramollie, et couverte d'une couche grise. La portion aqueuse avait subi peu int de changement. Les digestions artificielles furent continuées pendant -quatre heures : la portion tirée de l'estomac resta presque dans le même Le suc gastrique, mêlé avec la viande mâchée, représentait une épaisse ie demi-liquide, avec quelques fibres charnues au fond d'un liquide jaunâtre ıblable à du petit-lait. La viande mise dans l'eau n'offrait d'autre change-qu'un commencement de putréfaction. Celle qu'on avait plongée dans le suc que, sans qu'elle eût été mâchée, était diminuée de moitié environ : le résidu nou, et le liquide trouble, avec un léger sédiment brun, comme dans la por-ıâchée.

Exp. 48. On retira de l'estomac, sans nulle difficulté, une demi-onc gastrique, qui fut divisée en deux portions égales ; un troisième verre re gros d'eau. Dans chacun des trois verres on mit un morceau de cœur de pesant onze grains. Beaumont prit sous son aisselle l'un des deux vases c du suc gastrique ; les deux autres, après avoir été bien secoués, furent pl un lieu frais, à une température d'environ 46 degrés F. Vers sept heures la viande du tube porté sous l'aisselle était à demi digérée ; le liquide o d'un brun rougeâtre ; le cœur avait été attaqué dans le suc gastrique froid face était couverte d'une couche glutineuse mince, et le liquide un peu la portion contenue dans l'eau n'avait pas changé le moins du monde, était parfaitement transparente, comme si on l'eût versée depuis peu seu Le lendemain, à neuf heures, on retira la viande du suc gastrique chaud la ramena au degré de sécheresse qu'elle avait lors du début de l'expérien pesait sept grains et demi ; elle avait augmenté d'un grain et demi, en ab du suc gastrique. Celle qui était demeurée dans l'eau pesait juste onze gra par conséquent n'avait ni perdu ni gagné. Les trois grains et demi qui re dans le premier vase avaient conservé la forme du morceau primitif; mais m lement celui-ci était devenu très mou, et à peine capable de supporter son p poids, lorsqu'on le soulevait avec le doigt : c'était une bouillie complète. Le ceau du second verre avait augmenté de volume : il paraissait gonflé, muc neux et mou, mais conservait encore assez de consistance pour supporter c le soulevât : il n'était pas dissous. Le morceau plongé dans l'eau conservait sa c sion, et n'avait subi aucun changement, sauf un peu de pâleur que la macé avait produite à la surface. Le jour suivant, à huit heures du matin, le mo contenu dans le suc gastrique chaud pesait un grain et demi : il n'avait perdu deux grains en vingt-trois heures ; il conservait la même forme, et à peu pr même consistance que la veille : le liquide, qui avait la couleur du petit-lait, c un sédiment brun-rougeâtre. Le morceau plongé dans le suc gastrique froi sait un peu plus de neuf grains, en sorte qu'il avait perdu environ trois gra demi. Celui qui était dans l'eau ne présentait aucune trace de changemen pesait encore onze grains. Le lendemain, Beaumont ajouta un demi-gros d gastrique frais dans le verre qui contenait déjà du suc gastrique chaud, et le re sous son aisselle : au bout de cinq heures, tout y était dissous, à l'exception résidu à peine sensible.

Beaumont a exécuté de cette manière une foule d'autres digestions artifici Le résultat a toujours été le même, en général. Le suc gastrique s'est montr solvant des aliments les plus divers. Quant à la véracité de l'auteur, on doit peler qu'il signale sans hésiter tous les phénomènes qui ont pu survenir acc tellement dans ses expériences, et que celles-ci ont eu pour témoins des sa tels que Silliman, Knight, Yves, Hubbard, Dunglison, Sewall, John et Hende

Nul doute, par conséquent, que le suc gastrique est réellement apte à diss des substances organiques, tant dans l'intérieur du corps que dehors (1).

(1) Les nombreuses expériences de Blondlot et celles de Payen le prouvent également. Bl a remarqué, comme Spallanzani et Beaumont, que la chymification s'accomplit beaucou rapidement dans l'estomac que dans les vases inertes ; que le suc gastrique agit alors de trois fois plus lentement, quoique le produit soit parfaitement identique dans les deu

Les principes dissolvants que renferme le suc gastrique sont-ils des acides ou tres substances inconnues?

iedemann et Gmelin étaient disposés à croire que la dissolution des aliments pérée par les acides qui existent dans le suc gastrique, c'est-à-dire par les acides que et chlorhydrique.

oulant connaître l'action dissolvante des acides qu'on rencontre dans l'estomac quelques substances organiques insolubles dans l'eau, ils expérimentèrent ces es, en les laissant pendant quelques semaines, à une température d'environ legrés C., en contact avec la fibrine du sang de veau, de bœuf et de cheval, la ique des grosses veines d'un cheval, celle des gros troncs artériels d'un cheval, blanc d'œuf dur, du mucus de l'intestin grêle du cheval et du chien. Partout eut identité de poids des substances humides, de température et de durée de ération.

a fibrine du sang de veau, celle du sang de bœuf et la paroi des gros troncs veineux heval, absorbèrent tout l'acide acétique; elles se convertirent par là en une masse lucide, qui finit par se dissoudre complétement lorsqu'on vint à la chauffer une nouvelle quantité d'acide. La fibrine du sang de cheval, la paroi des es artères de cet animal, et le blanc d'œuf dur, laissèrent peu d'un acide liquide, précipitait abondamment par la teinture de noix de galle et le cyanure ferrico-ssique. Le résidu renflé de la fibrine du sang de cheval et de la tunique arté-e, chauffé avec plus d'acide, devint encore plus gélatineux, et fut dissous en de partie; celui du blanc d'œuf dur était moins gonflé, et il changea moins par l'action de la chaleur. Les deux mucus subirent plus de changement dans le acétique froid, qui ne se troubla pas sensiblement par la teinture de noix de : cependant ils furent en grande partie dissous lorsqu'on les fit chauffer avec ouvel acide acétique.

acide chlorhydrique, si l'on en juge d'après la teinture de noix de galle, avait us beaucoup des six premières substances et très peu des deux mucus.

eaumont a fait aussi, sur la dissolution des aliments par les acides, plusieurs riences, qui ont été exécutées conjointement et comparativement avec celles e suc gastrique.

série, *exp.* 46. Il prit trois verres, versa dans le premier deux gros de suc ique, dans le second deux gros de vinaigre ordinaire, dans le troisième deux d'eau, et mit dans chacun dix grains d'albumine fraîche. Après deux heures jour sous l'aisselle, ces tubes offrirent les phénomènes suivants : le caillot dans e gastrique était à demi dissous, et la liqueur lactescente; dans le vinaigre et , l'albumine ne changea pas, non plus que les liquides. En cinq heures, le d'œuf mêlé avec le suc gastrique fut complétement dissous; le liquide devint opaque et blanc; rien de nouveau dans les deux autres verres. Le caillot con-dans le vinaigre pesait neuf grains; celui qui surnageait l'eau était trop eux pour qu'on pût l'enlever et le peser.

série, *exp.* 115. Beaumont ajouta assez d'eau à de l'acide chlorhydrique pour

té de la digestion, p. 377). L'explication qui lui paraît la plus probable, c'est que l'agi- continuelle à laquelle les matières se trouvent exposées dans l'estomac favorise l'action ue, de même qu'il y a des fermentations qui exigent un certain mouvement, tandis que es exigent le repos. (*Note du trad.*)

le rendre aussi semblable que possible, en force et en saveur, au suc gastrique, puis il en prit trois gros, qu'il mêla avec un gros d'acide acétique amené au même état, et versa le tout sur un scrupule de bœuf rôti, haché très fin. La même quantité de la même viande fut plongée dans quatre gros de suc gastrique; après sept heures moins un quart de séjour dans le bain-marie, on retira les verres, et on filtra le contenu : la viande qui avait été mise dans le suc gastrique ne pesait que deux grains, tandis que celle qui avait séjourné dans le mélange acide ne s'était pas dissoute, et avait seulement perdu son tissu fibreux, de sorte qu'elle représentait une gelée tremblotante, trop visqueuse pour traverser le filtre, et qu'elle pesait plus qu'avant son immersion dans les acides. D'ailleurs elle ne ressemblait ni au chyme ni à la viande mise en digestion dans le suc gastrique. Après huit autres heures de digestion au bain-marie, la viande était presque entièrement dissoute dans les acides : il ne resta sur le filtre qu'une très petite quantité de la substance gélatiniforme, qui était si abondante lors du premier examen; le liquide ressemblait alors davantage à celui qui résultait de la digestion du suc gastrique avec la viande : cependant il était d'un brun rougeâtre et sans sédiment, tandis que le dernier, avec une couleur grise-blanchâtre, donnait un sédiment brun foncé par le repos. Deux gros d'infusion de noix de galle produisirent un léger précipité brun rougeâtre dans le suc gastrique, et le liquide prit la même couleur, tandis que dans le mélange acide, ils déterminèrent un précipité beaucoup plus copieux, surnagé par un liquide plus clair, blanchâtre et presque transparent.

Exp. 104. A neuf heures du matin, Beaumont prit quarante grammes de bœuf bouilli qui avait été mâché. Il les divisa en deux portions égales, dont il mit l'une dans quatre gros de suc gastrique, et l'autre dans quatre grammes d'un mélange de trois parties d'acide chlorhydrique et d'une partie d'acide acétique, tous deux assez étendus d'eau pour que leur saveur se rapprochât autant que possible de celle du suc gastrique. Les deux vases furent plongés dans un bain-marie. A six heures du soir, tout était dissous dans le suc gastrique; le contenu de l'autre vase laissa sur le filtre neuf grains d'une substance gélatineuse. Le premier liquide était opaque, d'un gris clair, et formait un sédiment brun; l'autre, également opaque, avait une teinte de brun rougeâtre, et il ne s'y produisait pas de dépôt.

Jaloux de savoir jusqu'à quel point la théorie suivant laquelle l'acide du suc gastrique en constitue le principe dissolvant était exacte, j'ai tenté aussi, il y a longtemps, quelques expériences. Je mis des morceaux de viande pesant quelques grains et de petits cubes d'albumine coagulée dans des quantités égales d'acides chlorhydrique, acétique, lactique, tartrique et oxalique très étendus. Quoique le trouble produit dans la liqueur par les réactifs ordinaires annonçât qu'une partie de la substance s'était dissoute, cependant ni la viande ni le blanc d'œuf n'éprouvèrent de diminution sensible dans leur masse, même au bout de plusieurs jours; les cubes de blanc d'œuf conservèrent pendant des semaines entières leurs angles et leurs arêtes. La chaleur ne rendit pas non plus l'effet beaucoup plus sensible. De tous ces acides, celui qui parut agir avec le plus de force fut l'acide oxalique, dont on sait que de faibles doses suffisent pour empoisonner l'homme. Le mélange devenait trouble au bout de quelque temps, et déposait aussi un léger sédiment blanchâtre; mais aucun changement notable ne se faisait apercevoir dans la viande ni dans l'albumine. A la même époque j'exposai, pendant vingt-quatre heures,

t d'une forte pile galvanique, un vase contenant de l'acide acétique étendu et ts morceaux de viande : la dissolution n'en fut pas plus énergique. Autant es dissolvent aisément les substances minérales, autant cette faculté est uand il s'agit de substances organiques ; et, quand on réfléchit que les acides s ou même concentrés ne peuvent pas, en plusieurs jours, dissoudre un orceau de viande ou d'albumine pesant au plus quelques grains, la théorie, rence si simple, de la dissolution des aliments par les acides du suc gas- perd toute vraisemblance. Elle n'en saurait d'ailleurs avoir aucune aux yeux x qui savent combien il est commun de rencontrer des indigestions qui ent avec une formation plus abondante d'acide. Il fallait donc avouer que cipe dissolvant du suc gastrique ne nous avait point été révélé par les expé- s tentées jusqu'alors, et c'est un aveu que Berzelius a fait depuis longtemps

s sommes donc amené à la conviction que le principe efficace du suc gas- est une substance organique qui agit de la même manière que la diastase ur l'amidon quand elle le dissout. Tel était l'état des choses à l'époque où je i la première édition de mon Manuel.

puis lors on a fait d'importantes découvertes à l'égard du principe organique l est due l'efficacité du suc gastrique.

effet, Eberle (1) a découvert que, quoique le pouvoir de dissoudre rapide- les matières organiques ne soit donné ni aux acides affaiblis ni au mucus, acun à part, cependant il appartient au mucus acidulé, et que, quand on fait r de l'albumine ou de la viande, soit avec du mucus acide, soit avec l'extrait é des membranes muqueuses, non seulement ces substances sont prompte- dissoutes, mais encore elles subissent une métamorphose chimique, l'albu- perdant la propriété de se coaguler, en se transformant en osmazome et en e salivaire.

expériences d'Eberle ont été répétées un grand nombre de fois, et toujours e même résultat (2). Cependant Eberle avait commis une erreur en attri- à tout mucus acide quelconque la propriété dissolvante, qui n'appartient n principe organique particulier, dont la sécrétion s'opère en même temps lle du mucus gastrique. Le mucus d'organes autres que l'estomac, par le, d'après Schwann, la membrane muqueuse vésicale traitée par l'acide ydrique, ne possède pas la propriété dissolvante. On se procure le liquide aire pour exécuter la digestion artificielle en détachant la membrane mu- du quatrième estomac du veau, la lavant avec de l'eau froide, jusqu'à ce ne rougisse plus le tournesol, et la faisant sécher, ce qui permet de la con- jusqu'au moment où l'on se propose d'en faire usage.

i comment on s'y prend pour mettre le phénomène principal en évidence de ière la plus simple. On coupe la membrane muqueuse sèche en morceaux, distribue dans cinq verres, et par-dessus lesquels on verse de l'eau distillée ; uit gouttes d'acide chlorhydrique sont ajoutées dans chacun des deux pre- verres, et douze à quatorze gouttes d'acide acétique dans chacun des deux

Physiologie der Verdauung. Wurzbourg, 1834.
I. MUELLER et SCHWANN, dans MUELLER'S *Archiv*, 1836, p. 68.

suivants; le cinquième ne reçoit rien de plus que de l'eau et de la membran queuse; dans un sixième, on met de l'eau, avec huit gouttes d'acide chlorhyd sans membrane muqueuse. On introduit ensuite dans ces différents verres des d'albumine coagulée et de viande cuite, ayant tous le même volume et plusieurs grains. Après douze heures de digestion, à une température de grés R., les morceaux d'albumine et de viande présentent l'aspect suivant qui ont été traités par l'acide seulement n'offrent aucun changement. Il en même pour ceux qui ont été placés dans l'eau, avec de la membrane muq sans addition d'acide : ils ne tardent pas à exhaler une odeur putride. Les mor plongés dans l'extrait acidulé de membrane muqueuse sont ramollis; l'albu est devenue translucide, caséiforme dans le milieu, et facile à écraser. Si l'on durer la digestion pendant vingt-quatre heures, les matières alimentaires se d solvent en totalité, ou du moins en grande partie, dans l'extrait acidulé de mem brane muqueuse. Le liquide digestif acquiert une odeur particulière, qui n'a ri de putride, et qu'on peut comparer jusqu'à un certain point à celle du pain b saveur est aigrelette, non agréable. La fibrine du sang se dissout avec une gra rapidité : la dissolution s'effectue même à la température ordinaire de la sai chaude; au bout de quelques heures, les cubes de blanc d'œuf dur sont dev transparents à leur pourtour, et ils sont entourés d'un nuage de molécules d'al mine en grande partie dissoute. L'albumine dissoute a entièrement perdu ses p priétés; elle n'est plus coagulable. En examinant la dissolution, on y trouve de l mazome, de la ptyaline, et, suivant Schwann, une troisième substance, analog l'albumine, qui est précipitée par le carbonate sodique, ne se dissout ni dans l ni dans l'alcool, mais se dissout dans l'acide acétique et dans l'acide chlorhydri étendu. Cette matière n'est point précipitée par la chaleur de l'ébullition, ni que par l'acétate plombique, ni par l'alcool; mais elle l'est abondamment par l'a azotique et le chlorure mercurique, et moins par le cyanure ferroso-potassiq la teinture de noix de galle. Nous tentâmes des expériences pour reconnaît dans la digestion artificielle, comme dans la fermentation, il y a dégagement d'a carbonique et absorption d'oxygène : ni l'un ni l'autre n'a lieu.

Schwann est entré dans de plus amples détails sur la nature du principe di et du travail qui s'accomplit pendant la digestion (1). Les expériences précé avaient laissé indécise la question de savoir si le principe digestif agit par si contact, ou s'il se dissout lui-même, pour opérer ensuite la dissolution des ma alimentaires. Schwann constata que la portion filtrée et claire du liquide di accomplissait la digestion tout aussi bien qu'avant la filtration. Le principe di était donc complétement dissous, et l'hypothèse d'après laquelle il agirait par tact seulement, manque de base. Le liquide filtré ressemble, pour la couleur, l'urine saturée; il conserve pendant plusieurs mois la faculté d'opérer la dige artificielle.

Schwann recommande, pour procurer un bon liquide digestif, d'ajouter 3,3 g d'acide chlorhydrique à une quantité de membrane muqueuse gastrique et d formant ensemble un poids de deux gros. Pourvu qu'on observe cette propo dans la quantité de l'acide, celle de l'eau est à peu près indifférente, et peut passer d'une à cinq fois le poids de la membrane muqueuse à l'état humide.

(1) MUELLER'S *Archiv*, 1836, p. 90.

wann s'est demandé comment l'acide agit dans la digestion. Sa présence est aire, comme l'établissent les expériences qui viennent d'être rapportées; mais rait : 1° être tout simplement le dissolvant de la substance organique qui plit la digestion ; 2° contracter avec elle une combinaison chimique analogue qui a lieu dans les sels acides; 3° dissoudre les substances qui se produisent pens du corps digéré; 4° se décomposer lui-même, et entrer dans la com- n des produits de la digestion; 5° enfin, prédisposer, par le seul fait de sa ice, les substances qui doivent être digérées, à subir la décomposition.
ır connaître si l'acide ne sert qu'à dissoudre le principe efficace de la diges- l prit une partie du liquide digestif, et y ajouta assez de carbonate potassique neutraliser plus de la moitié de l'acide, en sorte qu'il continuât de rougir le sol, et qu'aucun trouble ne se manifestât. Quoique aucune parcelle du prin- igestif n'eût pu être ainsi précipitée, la digestion ne s'effectua pas. L'acide ne it donc pas simplement le rôle de dissolvant du principe digestif.
ntenant, si l'acide contractait, avec le principe digestif, une combinaison que analogue à celle qui a lieu dans les sels acides, sa quantité devrait être en tion déterminée, relativement à celle de l'autre substance digestive. Les ches de Schwann ont établi que 3,8 à 6,6 grains d'acide chlorhydrique, dans de liquide digestif, sont les meilleures proportions pour obtenir la digestion lbumine au moins, qu'une plus grande quantité d'acide affaiblit et même le pouvoir digestif, en détruisant le principe qui le possède, et qu'une pro- n moindre ne permet pas à la digestion de s'accomplir, parce qu'il n'y a point ssez de l'acide qui contribue pour une part essentielle à la production du mène. Or, pour que la seconde hypothèse fût exacte, il faudrait que la quan- l'acide fût en proportion, non pas du liquide tout entier, mais du principe if qui s'y trouve contenu. Les expériences que Schwann a faites pour éclaircir nt établissent que la quantité nécessaire d'acide n'est point réglée par celle incipe digestif organique. La seconde hypothèse n'est donc point admissible. troisième hypothèse, celle que l'acide sert peut-être à dissoudre des produits s pendant le travail de la digestion, et solubles seulement dans les acides, alement renversée. Le corps qui se forme pendant la digestion artificielle est e, à la vérité, dans l'acide, et même dans l'acide fort étendu ; mais une quan- s liquide digestif qui suffit pour dissoudre une quantité déterminée d'albu- n'opère point la digestion lorsqu'elle est étendue d'eau. Ainsi, la quantité aire d'acide se règle uniquement d'après celle de l'eau, et la présence de cet ne peut au moins pas avoir pour unique but de dissoudre les produits qui se nt pendant la digestion.
cide entre-t-il dans la composition des produits de la digestion? Pour qu'il ainsi, il faudrait que la quantité de l'acide libre variât pendant le cours de dernière. Or elle reste toujours la même dans la digestion artificielle. La ième hypothèse manque donc aussi de fondement.
tout cela, Schwann conclut que l'acide contribue par sa seule présence, et subir lui-même aucun changement, à la décomposition que les substances iques subissent pendant la digestion; de même qu'il arrive à l'amidon de se rtir en sucre quand on le fait bouillir avec des acides étendus.
digestion artificielle ressemble à la fermentation et aux phénomènes cata

tiques, en ce qu'il suffit d'une très petite quantité du corps décomposant pour donner lieu à la manifestation des phénomènes. Le liquide digestif normal peut être étendu d'une grande quantité d'eau aciduléc, sans pour cela cesser d'agir sur l'albumine. On prit 4,8 grains de liquide digestif, on y mit un gros de blanc d'œuf dur écrasé (pesé à l'état humide), et l'on y ajouta deux gros d'eau acidulée. La même quantité d'albumine fut mise dans deux gros de liquide digestif non étendu. Au bout de vingt-quatre heures, on ne trouva plus que quelques petits débris d'albumine, tout le reste avait été dissous dans les deux liqueurs; 4,8 grains de liquide digestif, ou 0,11 de substance digestive sèche, avaient dissous 60 grains d'albumine humide (environ 10 grains d'albumine sèche), c'est-à-dire qu'une partie du premier avait opéré la décomposition d'environ cent parties de la seconde, ce qu'on peut comparer à la fermentation et aux phénomènes de la catalyse. Il résulte aussi des expériences de Schwann, que le liquide digestif perd une partie de sa puissance par la digestion, et que, pendant le cours de la digestion artificielle, il ne se forme point de nouveau principe digestif aux dépens de l'albumine, chose contraire à ce qui arrive au ferment, dans les fermentations. Certains corps qui troublent la fermentation vineuse produisent le même effet sur la digestion. Schwann a fait voir que la chaleur de l'ébullition détruit la propriété du liquide digestif. Le même effet résulte, à un degré moins prononcé, des sels neutres, en particulier des sulfites. D'un autre côté, Schwann a reconnu que l'arsénite potassique trouble la fermentation vineuse, mais non la digestion artificielle. Enfin, ces deux opérations, malgré les différences qui existent entre elles, ont cela de commun, qu'elles sont les produits d'une décomposition spontanée, qu'elles sont provoquées par une substance dont une quantité minime suffit déjà pour les déterminer, et que cette substance subit elle-même un changement pendant le travail auquel elle donne l'impulsion.

Plusieurs expériences de Schwann sur le principe digestif, auquel on a donné le nom de *pepsine*, répandent du jour sur la manière dont ce principe se comporte avec d'autres substances. Il ne se précipite pas quand on vient à neutraliser l'acide, car il est soluble aussi dans l'eau seule. L'acétate plombique le précipite de la dissolution neutre, et le précipité recouvre sa propriété digestive quand on le décompose par le sulfide hydrique. Les cyanures ferroso et ferrico-potassiques ne font pas naître de précipité dans le liquide digestif neutre; mais ils en produisent un dans le liquide digestif acide, et cependant ce n'est point le principe apte à digérer qui se trouve alors précipité, puisque la liqueur conserve le pouvoir de digérer. Le chlorure mercurique donne lieu à un précipité, tant dans le liquide acide que dans celui qui ne l'est pas. Le tannin en produit un; l'alcool et l'ébullition produisent un trouble, et détruisent la faculté digestive. Les dissolvants du principe digestif sont, d'après Schwann, l'eau, l'acide acétique et l'acide chlorhydrique étendu.

Pappenheim (1) et Wasmann (2) ont agrandi le cercle de ces expériences. Le premier a observé la faculté digestive de la pepsine précipitée par l'alcool. Wasmann a confirmé non seulement ce fait, mais encore celui que les précipités

(1) *Zur Kenntnis der Verdauung im gesunden und krankem Zustande.* Breslau, 1839.
(2) *De digestione.* Berlin, 1839.

uits par les sels métalliques conservent l'aptitude à opérer la digestion. Was-n a indiqué aussi une méthode pour obtenir la pepsine pure. Cette méthode iste à éviter l'emploi de l'acide, quand on extrait la pepsine de la membrane queuse de l'estomac, à bien laver cette membrane, à la faire digérer avec de ı distillée seule, à précipiter la liqueur filtrée par l'acétate plombique, à laver écipité avec de l'eau, et à le décomposer par le gaz sulfide hydrique. Le li-le séparé du précipité par la filtration est une dissolution de pepsine qu'on ssit par l'évaporation, et qu'on débarrasse, par l'alcool absolu, des matières actives solubles dans l'eau et l'alcool. Le précipité auquel l'alcool donne lieu desséché avec précaution ; il représente une masse jaune, d'apparence gom-se, susceptible de se dissoudre dans l'eau, qui est la pepsine pure.

a manière dont le principe digestif se comporte avec la caséine mérite encore mention particulière. Berzelius avait déjà fait voir que la présure d'estomac eau fait cailler le lait, même après qu'on l'a dépouillée de toutes traces d'acide le lavage. On sait aussi que la coagulation du lait par la présure est un phéno-c spécial, puisque la caséine ainsi coagulée ne se dissout point dans l'eau, is que le caillot déterminé par un acide se redissout quand on ajoute une plus de quantité d'acide. Aujourd'hui on connaît le principe particulier qui, dans ésure, produit la coagulation du lait : c'est la pepsine. Si, d'après Schwann, erse une très petite quantité de liquide digestif dans du lait, et qu'on fasse ffer un peu le tout, la caséine coagulée ne tarde pas à se séparer. Schwann a tré aussi que la pepsine détermine, même à l'état neutre, la précipitation de séine : il en faut plus de 0,42 pour produire à chaud la coagulation du lait, à elle 0,83 suffisent déjà. La chaleur de l'ébullition fait perdre au liquide diges-propriété de cailler le lait, ce qui prouve que les sels contenus dans ce liquide euvent avoir aucune part à la production du phénomène. La manière dont quide digestif se comporte avec le lait fait que celui-ci peut servir de réactif constater sa présence ; car, quand une liqueur neutre fait cailler le lait, mais ıe rapide ébullition lui enlève cette propriété, on peut conclure de là qu'elle ent de la pepsine. Schwann partagea en deux portions le contenu de l'estomac lapin mort immédiatement après sa naissance ; il fit bouillir l'une, et versa te du lait dans toutes deux : sous l'influence d'une légère chaleur, le lait se ıla dans le suc gastrique non bouilli, mais il ne se coagula pas dans celui qui subi l'ébullition.

rtains aliments ne sont pas dissous par la pepsine, mais ils le sont ou par les s, ou avec le concours d'une autre matière organique. Ceux que la pepsine ıt aisément sont la fibrine, la chair musculaire et l'albumine coagulée. Mais, ès les expériences de Schwann, la pepsine refuse de dissoudre la caséine coa-, la colle et le gluten. Lorsqu'on mettait chacune de ces substances à part, côté dans les acides étendus, de l'autre dans du liquide digestif étendu, on rcevait pas la moindre différence ; les réactions des liqueurs obtenues par la ion des acides étendus mis en contact avec ces substances ressemblaient à que Tiedemann et Gmelin ont obtenues après la digestion naturelle (celle de lon exceptée). La colle perdait sa propriété de se prendre en gelée. La tein-d'iode produisait un précipité dans la dissolution acide de gluten, ma' ninait aucun changement de couleur. Tiedemann et Gmelin ont rem

que, dans la digestion naturelle, le gluten se convertit en gomme d'amidon et en sucre. Cependant, lorsqu'on fait digérer de l'amidon avec des acides étendus, il ne se forme point de sucre, même quand on ajoute du liquide digestif. D'un autre côté, Leuchs dit que la salive transforme l'amidon en sucre, ce que Schwann a observé également. Lorsqu'on faisait digérer pendant vingt-quatre heures de l'amidon cuit avec de la salive rendue acide, et qu'ensuite on filtrait, l'iode ne produisait plus aucun changement de couleur; si l'on venait à neutraliser la liqueur, et qu'on l'évaporât jusqu'à siccité, on pouvait, au moyen de l'alcool, extraire une quantité considérable de sucre, reconnaissable, tant à sa saveur, que par sa propriété de passer à la fermentation avec la levûre. Ce que l'alcool refusait à dissoudre était la ptyaline de la salive et une certaine quantité d'amidon en partie altéré, et devenu semblable à de la gomme, qui ne donnait lieu à aucune réaction avec l'iode.

D'après Sebastian, l'action de la salive sur l'amidon ne dépend pas de son alcali, quoique l'amidon cuit, mêlé avec de l'iode, ne réagisse pas sur l'iode et que les acides rétablissent la réaction. Si l'on fait digérer ensemble de l'amidon cuit, de la salive et une petite quantité d'acide acétique, l'amidon, quoique rougissant le tournesol, a perdu sa réaction sur l'iode. L'action de la salive sur l'amidon ne tient pas non plus aux sels de cette humeur, à l'acide sulfocyanhydrique. Mais la ptyaline seule, sans salive, ne détruit pas la réaction de l'amidon cuit sur l'iode, tandis que la salive elle-même produit cet effet, et que la combinaison bleue d'amidon et d'iode est décomposée par la salive (1).

Il a été trouvé par Simon, dans la salive du cheval, et par Lehmann, dans celle de l'homme, une combinaison de protéine qui, suivant Lehmann, change très facilement. La salive filtrée ne tarde pas à se troubler, et se couvre d'une pellicule, ce qui n'arrive pas quand elle a été neutralisée avec de l'acide acétique. Or Lehmann a observé que le salive non neutralisée dissout très promptement l'empois, effet que ne produit pas celle qui a été neutralisée, et il présume que la substance changeante en question est la cause prédisposante de cette métamorphose; car il a trouvé que la ptyaline ne convertit pas l'empois en sucre, tandis que, d'après ses expériences, la salive détermine cette transformation (2). Les faits que Schwann a observés se trouvent éclaircis par là.

Comme l'efficacité de la pepsine dépend de l'acide libre, on comprend que le liquide digestif neutre puisse devenir capable de servir à la digestion artificielle quand ses sels viennent à être décomposés par le galvanisme, ainsi que l'a observé Purkinje ; en effet, il résulte de la décomposition des sels un acide libre, qui se manifeste au pôle positif.

On a été jusqu'à admettre que l'électricité peut, dans la digestion, remplacer l'action des nerfs de la paire vague. Après la section de ces deux nerfs, la digestion cesse en grande partie. Blainville a vu qu'après l'opération la graine ne subissait plus aucun changement dans le jabot des oiseaux, et que la chymification s'arrêtait. Legallois, Dupuy, Wilson, Philip, Clarke, Abel et Hastings ont observé le même résultat. D'un autre côté, Broughton, Magendie, Leuret et Lassaigne ont

(1) Van Setten, *De salivâ ejusque vi et utilitate.* Groningue, 1837.

(2) Lehmann, *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, t. I, Leipzick, 1842, p. [illegible]

stion continuer après la section de la paire vague. Mayer (1) a remarqué elle continuait encore un peu, et que le chyme rougissait toujours le tournesol, moins chez les lapins. Brachet a également vu, dans toutes ses expériences, les ients se convertir en chyme sur les points où ils se trouvaient en contact avec parois de l'estomac. Comme la promptitude avec laquelle les mammifères succombent la plupart du temps après l'opération ne permet pas d'acquérir une pleine ntière certitude à cet égard, j'ai fait, de concert avec Dieckhof, plusieurs exences sur des oiseaux, notamment sur des oies. Après avoir laissé ces animaux ier pendant vingt-quatre heures, nous leur donnâmes de l'avoine. On en prit x à la fois pour chaque expérience. A l'un, la paire vague fut coupée des deux s; l'autre demeura intact, pour servir de terme de comparaison. Après la t du premier, qui eut lieu dans l'espace de cinq jours, on tua aussi le second. z ce dernier, le jabot était presque toujours vide, tandis que, chez l'autre, il rouvé constamment plein d'avoine, dont le gésier contenait quelques grains artie broyés. Le liquide stomacal rougissait le tournesol, mais n'était pas aussi e que chez l'animal sain. On peut conclure de là que la digestion cesse en de partie après l'opération, mais qu'elle ne s'arrête pas entièrement. Tiedem a bien remarqué, après la section de la paire vague chez un chien, que les ères vomies n'étaient point acides, non plus que le mucus stomacal, et Mayer t la même observation sur le chyme des chiens et des chats qui servaient à ses riences; mais Mayer a vu la réaction acide chez les lapins, et jamais non plus n'a manqué dans les expériences exécutées par Dieckhof et par moi, quoille fût moins prononcée que dans l'état normal (2).

Tiedemann's *Zeitschrift*, 2, 1.

Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 338) soutient aussi, d'après quelques expériences, a résection des nerfs vagues n'empêche ni la sécrétion ni l'acidité du suc gastrique. Dans mac du chien dont les pneumogastriques sont reséqués, on trouve, dit-il (p. 340), la masse ntaire légèrement chymifiée à sa surface, sèche et aucunement altérée dans le centre, où résente les caractères qu'elle avait quand l'animal l'a avalée. Cependant il n'est pas rare ncontrer dans la région pylorique quelques portions plus molles qui ont déjà subi une ation assez avancée. Parfois même on trouve un peu de chyle dans les chylifères et le canal ique. Au reste, il pense (p. 332) que les nerfs vagues n'influencent pas *directement* la ion, qu'ils la favorisent seulement par les frottements auxquels donnent lieu les mouvequ'ils déterminent. A l'appui de cette opinion, il allègue (p. 346) les oiseaux, chez lesl'arrangement spécial des organes respiratoires fait que, la huitième paire étant reséquée, nimaux meurent, non, comme les mammifères, par le trouble de la respiration, mais par angement des fonctions digestives. Or, ici, la mort par inanition est d'autant plus prompte 'estomac est plus musculeux, comme l'ont appris des expériences comparatives sur des piet des poules, sur des pies et des corbeaux, ce qui revient à dire que, plus les contractions scère sont énergiques et indispensables à la chymification, plus aussi le rôle de la paire , pour influencer ces contractions, devient nécessaire. Les expériences récentes de Berde Villefranche (*Comptes rendus*, 1844, t. XVIII, p. 995) conduisent à d'autres résultats qui concerne l'influence de la section des nerfs vagues sur la sécrétion du suc gastrique. s avoir étudié pendant huit jours consécutifs la digestion de la viande crue et de la soupe t sucrée, chez un chien adulte, sur lequel il avait pratiqué à l'estomac une large ouverture euse permettant d'observer ce qui s'y passait pendant les divers temps de cette opération, sa jeûner l'animal pendant vingt-quatre heures, et nettoya la face interne de l'estomac avec ponge douce. La muqueuse, devenue rouge et turgide, laissait échapper du suc gastrique sez grande abondance. Les deux nerfs de la paire vague furent alors coupés dans la

Maintenant, Wilson a prétendu qu'on peut rétablir la digestion au moyen d'un courant électrique dirigé le long de la paire vague, en appliquant l'un des pôles au nerf, et l'autre à la région épigastrique couverte d'une feuille de zinc. Breschet et Vavasseur ont répété ces expériences. Ils ont trouvé que la section simple des deux nerfs, sans perte de substance, ne détruit pas tout à fait la digestion, mais qu'il n'en est plus de même quand on enlève un lambeau des nerfs. Cependant un nerf est toujours paralysé, et le demeure pendant très longtemps, lorsqu'on le coupe, avec ou sans perte de substance. Ils prétendent, en outre, qu'on parvient à rétablir complétement la digestion en faisant passer un courant électrique par les bouts du nerf; ils comptent pour cela sur l'accroissement d'énergie qu'acquièrent alors les mouvements de l'estomac. Plus tard, Breschet et Edwards réformèrent cette opinion: de nouvelles expériences leur donnèrent pour résultat que la section des nerfs de la paire vague ralentit la chymification, sans l'arrêter tout à fait, que le ralentissement dépend de la paralysie de l'œsophage, que cette paralysie est aussi la cause du vomissement qu'on observe alors, et que le rétablissement de la chymification par le courant électrique ne dépend pas de l'électricité, mais de l'irritation produite par là, attendu qu'on détermine le même effet en irritant mécaniquement le bout inférieur du nerf, ce qui rétablit le mouvement de l'estomac. Si les observateurs avaient continué plus longtemps leurs expériences, ils auraient peut-être vu qu'aucune irritation, ni mécanique, ni électrique, de la paire vague, n'apporte de changement appréciable dans la digestion, et que les animaux se comportent à peu près de la même manière, qu'on ait recours ou non à ces stimulants. J'ai fait, avec Dieckhof, toute une série d'expériences sur des lapins. Chaque fois nous opérions sur trois de ces animaux à la fois; on les laissait jeûner

moyenne du cou. La membrane muqueuse s'affaissa subitement, et devint pâle, comme exsangue. La sensibilité et le mouvement de l'estomac disparurent. La formation du suc gastrique fut arrêtée tout de suite, mais bientôt remplacée par celle d'un mucus filant, à réaction *neutre*. L'état général de l'animal ne fut pas troublé par l'opération; il continua de se jeter avec avidité sur les aliments qu'on lui offrait. Alors on ingéra dans l'estomac, par la fistule, des morceaux de viande et une certaine quantité de soupe au lait sucrée. Au bout d'une heure, les morceaux de pain furent imbibés et ramollis. Le lait, non coagulé, était mêlé d'une grande quantité de mucus filant. La viande n'avait subi aucune altération, et toute la masse alimentaire offrait une réaction neutre. Au bout de deux heures, les choses étaient dans le même état. Huit heures après, on trouva une espèce de bouillie blanchâtre offrant une réaction fort acide, provenant d'une transformation lactique qui s'était opérée au sein des matières composant la soupe sucrée. La viande n'avait pas subi la moindre altération. Bernard conclut que la section de la paire vague éteint la sensibilité de l'estomac, paralyse le mouvement de ce viscère, arrête la production du suc gastrique, rend la digestion impossible, et permet aux matières contenues dans l'estomac de subir des décompositions spontanées, qui ne surviennent pas quand les nerfs conservent leur influence. Il a prouvé aussi cette assertion par une expérience directe, qui consiste à prendre deux chiens à jeun, à couper la paire vague chez l'un, à introduire ensuite une même dose d'émulsine dans l'estomac de chacun, puis, une demi-heure après, de l'amygdaline. Le chien non opéré survécut sans éprouver d'accidents sensibles; l'autre mourut un quart d'heure après, avec les symptômes de l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique. Or l'émulsine et l'amygdaline, toutes deux innocentes isolément, deviennent un poison violent lorsqu'on les met en contact ensemble, parce qu'alors elles développent de l'acide cyanhydrique et de l'essence d'amandes amères. L'émulsine avait donc, chez le chien non opéré, perdu, par l'action du suc gastrique, la propriété de réagir sur l'amygdaline, tandis qu'elle l'avait conservée chez le chien opéré.

(*Note du trad.*)

nt vingt-quatre heures, puis on leur donnait des choux à manger ; ensuite laissions l'un d'eux intact, nous coupions la paire vague du second par une section transversale, et, chez le troisième, opéré de la même manière, on , pendant sept ou huit heures, passer un courant galvanique à travers les en suivant le procédé indiqué par Wilson. Après la mort du troisième, ou u second, on les tuait tous les trois. Chez le lapin non opéré, la chymification nquait jamais d'être complète ; le fourrage était épuisé, à cela près d'un insoluble et assez sec ; chez les deux autres, l'herbe n'avait pas changé Une fois, celle du lapin galvanisé sembla un peu moins digérée ; plusieurs e offrit le même aspect absolument chez les deux animaux, et plusieurs fois es choux parurent un peu moins changés chez le lapin non galvanisé que elui qui l'avait été (1).

teucci dit avoir, avec le secours de l'électricité, opéré une digestion artifi-le viande mêlée avec du sel marin. Se fondant sur les expériences de Wilson, rde la réaction acide de l'estomac comme étant produite par un état élec-positif de ce viscère. Il prit un morceau de viande cuite, y ajouta de l'eau, marin et du bicarbonate sodique, tint ce mélange exposé pendant quelque à une chaleur convenable, en le triturant sans cesse jusqu'à ce qu'il fût con-en une masse pulpeuse, semblable à celle qui résulte de la mastication ; cette fut introduite dans une vessie imbibée d'une dissolution de sel marin, et ainsi en relation avec les pôles d'une pile composée de dix-huit à vingt couples. ouche blanchâtre, épaisse, acide, distendue par des bulles de gaz oxygène, ma le long des parois de la vessie, principalement autour du fil positif ; cette nce était floconneuse ; chauffée après avoir été dissoute dans l'eau, elle se la. J'ai répété avec Dieckhof l'expérience de Matteucci : nous introdui-dans deux vessies deux portions égales d'une même bouillie, préparée avec viande, du sel marin et du bicarbonate sodique ; l'une des vessies fut galva-et l'autre abandonnée à elle-même : l'expérience terminée, on n'apercevait plus légère différence entre les deux liquides (2).

Dieckhof, *De actione quam nervus vagus in digestionem ciborum exerceat*. Berlin, 1835.

M Cl. Bernard a éclairé de plus près le rôle du suc gastrique dans la nutrition (*Gaz. méd. is*, 1844, janvier). Son travail se divise en deux parties : Dans la première il étudie le mé-e de la sécrétion du suc gastrique ; dans le deuxième il détermine les modifications que ce fait subir à certaines matières alimentaires. Relativement à la sécrétion du suc gastrique, montré que les substances introduites dans le sang arrivent au moyen de la sécrétion gas-avec une facilité très grande dans l'estomac, pendant la digestion. C'est ainsi qu'en ingé-une part dans l'estomac un sel de fer mélangé aux aliments, et d'autre part en injectant sang une dissolution faible de prussiate jaune de potasse, on voit bientôt la rencontre ux substances s'opérer dans l'estomac et la masse alimentaire devenir bleue par la forma-bleu de Prusse qui s'est opérée. Il a pu, à l'aide de cet artifice, déterminer le lieu de la ane muqueuse gastrique où se fait plus spécialement la sécrétion.

s la deuxième partie de ce travail, il a étudié l'action du suc gastrique sur le sucre de , et montré un fait qu'on ignorait alors : c'est que le sucre de canne, ou de la première , ne peut pas être directement assimilé quand on l'introduit dans le sang. Il faut que lement il subisse l'influence des phénomènes digestifs ou une action analogue pour être rmé en glucose ou sucre de la deuxième espèce. Il a donné ensuite la preuve expérimentale faits en injectant comparativement les deux espèces de sucre dans les veines sur de vivants. Lorsqu'on introduit dans la veine jugulaire d'un gros lapin du sucre de ca

Changements du chyme dans l'intestin grêle.

Nous reprenons ici le fil des recherches classiques de Tiedemann et Gmelin, car c'est à elles seules que nous devons ce qu'on sait de certain sur les changements que le chyme subit dans l'intestin.

Le chyme contenu dans le duodénum réagit à la manière des acides. L'irritation qu'il cause aux parois intestinales, se propageant au canal cholédoque et aux voies biliaires en général, détermine l'épanchement de la bile et du suc pancréatique: du moins Tiedemann a-t-il trouvé la vésicule biliaire des animaux presque entièrement vide pendant la digestion. Quand l'animal avait été nourri de colle, celle-ci n'était plus reconnaissable dans le contenu de l'intestin grêle; la graisse l'était encore chez ceux qu'on avait nourris de beurre; après le fromage, la caséine était peu perceptible; après l'amidon, on trouvait, mais pas toujours, des restes de cette substance, qui avait été convertie en sucre d'amidon; après le lait, on distinguait des grumeaux de fromage dans la première moitié de l'intestin grêle. Un chien ayant été nourri avec des os, on rencontra de petits fragments d'os dans la première moitié de l'intestin grêle, beaucoup de phosphate et peu de carbonate calcique dans la seconde. Chez les chevaux nourris d'avoine, la première moitié de l'intestin grêle contenait encore de l'amidon, qui perdait ses propriétés dans la suivante.

Le contenu de l'intestin grêle réagissait toujours à la manière des acides dans la première moitié du viscère, mais plus faiblement que celui de l'estomac. L'acidité diminuait dans la seconde moitié, et disparaissait ordinairement vers la fin. Les recherches de Tiedemann et Gmelin laissent indécise la question de savoir si la disparition de l'acide du chyme tient à ce que ce dernier a été neutralisé par le carbonate alcalin de la bile, comme le croyaient Boerhaave, Werner et Prout, ou si la partie inférieure de l'intestin grêle fournit une sécrétion alcaline, ou s'il se développe, par un commencement de putréfaction, de l'ammoniaque, qui sature l'acide, ou enfin si le chyme est résorbé à l'état acide, et si l'acide se sépare en traversant les vaisseaux et les glandes lymphatiques, car le chyle est incontestablement alcalin.

Les matières animales contenues dans le chyme de l'intestin grêle sont principalement:

1° De l'albumine. La quantité de cette substance diminue dans la dernière moitié de l'intestin grêle, à cause de la résorption du chyle.

petite quantité (1 ou 2 décigrammes dans 6 ou 8 grammes d'eau tiède), on constate, en examinant ensuite l'urine de l'animal, que le sucre de canne se retrouve dans cette excrétion sans aucune altération et avec tous ses caractères chimiques. Si au contraire le sucre de canne, avant d'être injecté dans le sang, a été d'abord digéré dans le suc gastrique acide du même animal, ou bien, ce qui revient au même, s'il a été transformé en glucose par l'ébullition dans de l'eau convenablement acidulée, il n'apparaît plus alors dans les urines. Cela indique clairement qu'à l'état de glucose le principe sucré est assimilé et détruit dans l'organisme, tandis qu'à l'état de sucre de canne il est éliminé par les urines comme une substance étrangère à la nutrition.

M. Bernard a expérimenté de la même façon sur l'albumine et la gélatine. Cette méthode d'injection dans le sang, pour savoir si une substance est ou non assimilable, a été depuis mise en usage par beaucoup de physiologistes. E. L.

De la caséine. Elle diminue de la même manière.

ne peut pas dire combien de ces deux substances appartiennent à la diges- t combien aux liquides digestifs, par exemple au suc pancréatique. Tiede- t Gmelin croient possible que la caséine du suc pancréatique, qui est une nce très azotée, abandonne une partie de son azote à des aliments moins qu'elle, et rétablisse ainsi un équilibre qui permette à ceux-ci de se convertir mine.

Une matière azotée, précipitable par le chlorure d'étain (ptyaline et osma- Elle diminue vers le bas.

Une matière qui rougit par le chlore. Elle provient vraisemblablement du suc atique, car on ne la rencontre pas dans l'estomac. La bile n'en est point la , car elle existe même après la ligature du conduit biliaire. On ne la retrouve is les excréments.

Des matières solubles dans l'alcool et non solubles dans l'eau : graisse, ma- olorante et résine de la bile.

diverses substances ne diffèrent pas, par leurs qualités, de celles que Tiede- et Gmelin ont trouvées dans le conduit intestinal des animaux à jeun. Il est robable qu'à l'exception d'une certaine quantité d'albumine provenant des its, elles appartenaient aux liquides digestifs, spécialement au suc pancréa- qui contient de l'albumine, de la caséine et une matière susceptible de rougir chlore.

rôle que la bile joue dans la digestion n'est pas encore bien connu. Suivant nann et Gmelin, l'acide du chyle coagule le mucus de la bile, et le précipite, ne grande partie de la matière colorante de la bile. Il se précipite aussi de la érine, qu'on obtient en traitant par l'alcool la portion insoluble dans l'eau tenu de l'intestin. L'acide margarique qu'ils ont trouvé dans le canal intes- ur paraît avoir été séparé de la bile. La portion insoluble dans l'eau du con- n viscère renfermait de la résine biliaire, qui semble être une matière pure- xcrémentitielle, sans influence sur la métamorphose des aliments, et l'une rties principales des excréments. Ils ont trouvé sans fondement l'opinion par Werner (1), que la bile précipite le chyle sous la forme de flocons. En de la bile avec le contenu fluide de l'estomac, ils n'ont obtenu que des pré- semblables à ceux qui ont lieu lorsqu'on verse un acide dans la bile ; les lus flocons du chyle qu'on rencontre dans l'intestin grêle sont des flocons de , qu'on apercevait même après la ligature du canal cholédoque. La portion me apte à être résorbée est liquide. Suivant Autenrieth et Astley Cooper, le dans l'intestin grêle, serait une matière assez consistante, coagulable à l'air, érant aux villosités (2) ; mais Tiedemann et Gmelin veulent que ce soit ement du mucus, et alors la prétendue coagulation du chyle ne serait que le t d'un malentendu. Le picromel, l'osmazome, la matière analogue à la glia- l'acide cholique n'existant pas dans les excréments, d'après les expériences deux savants, on pourrait les regarder comme étant les matériaux de la bile vent à la métamorphose du chyme. Cependant Berzelius regarde la résine

(1) *Experimenta circa modum quo chymus in chylum mutatur*. Tubingue, 1800.
(2) ABERNETHY, *Physiol. lectures*, p. 189.

se : 1° la bile est nécessaire au chyme parce qu'elle neutralise l'acide cide du chyme est nécessaire également pour que la bile puisse être 'ec les excréments. En effet, ses principales matières constituantes sont là à l'état d'insolubilité, qui ne leur permet pas d'être résorbées dans :stinal. La plupart d'entre elles ne sont solubles qu'autant que la bile ; celle-ci doit donc être revêtue de qualités alcalines au moment où le ète. Mais, une fois qu'elle est arrivée dans l'intestin, le seul moyen ı'elle passe dans la masse des excréments et qu'elle soit totalement éli- 'économie animale, c'est que le menstrue qui dissolvait ses principes ; vienne à être saturé. Si elle s'épanchait plus bas dans l'intestin, par ns le rectum, où la réaction acide du contenu de l'organe est éteinte, ιu'elle ne repassât aussi aisément dans le sang que peut le faire toute d'une substance qu'on administre sous forme de lavement. A ce point 'ormation d'acide qui a lieu dans le cæcum, et qui a fait admettre une condaire, devient moins difficile à expliquer, et l'on conçoit pourquoi le e un si grand rôle chez les herbivores, où la sécrétion biliaire est plus ιue chez les carnivores, parce qu'elle sert à débarrasser en partie le sang :s solubles non azotées ou peu azotées qui s'y sont introduites par la iments. On comprend également pourquoi la bile était fort abondante ıtin d'une oie que Tiedemann et Gmelin avaient nourrie pendant vingt- avec du sucre seulement.

ıit pas encore d'une manière certaine si la bile, outre qu'elle neutralise exerce aussi sur lui une influence métabolique.

ervation de Purkinje donnerait à penser qu'il suffit d'une petite quan- pour interrompre la digestion artificielle faite au moyen de la pepsine. Scherer (1), les aliments azotés du règne animal et du règne végétal, action de la pepsine fait perdre leur aptitude à se coaguler, sont de ınvertis en albumine par la bile. Le gluten et la chair musculaire cuite qui ›outes par digestion artificielle, ne produisent pas de caillot quand on : la liqueur ; mais, si l'on introduit cette dernière, avec de la bile de veau ns une portion bien lavée du duodénum du même animal, et qu'ensuite e l'anse liée aux deux bouts dans de l'eau distillée, la liqueur, décantée deux heures, se trouble fortement lorsqu'on la fait bouillir, et dépose . d'albumine. L'alcool et le chlorure mercurique agissent de la même ıes expériences de Scherer confirment une conjecture de Prout à l'égard ns de la bile (2).

précier la part que la bile prend à la transformation des aliments, Bro- ié le canal cholédoque chez les chats ; il s'ensuivit une jaunisse, qui

:ement brûlés, tandis que l'autre en débarrasse l'économie lorsqu'ils renferment 'orte proportion d'éléments combustibles. Si, dit-il, l'urine se fût amassée chez es mammifères dans une dépendance du rectum, comme elle le fait chez les oiseaux s, les physiologistes n'auraient pas manqué de lui faire jouer un rôle quelconque :tions digestives. (*N. du trad.*)

en der Chemie, t. XL, p. 9, 10.

'stry, meteorology, and the function of digestion considered with reference to ...
gy. Londres, 1834, p. 508.

terly Journ. of sciences and arts, 1825. — MAGENDIE, *Journal*, t. III, p.

cependant disparut parfois. On remarqua alors qu'à l'endroit de la ligature il s'était opéré une exsudation de fibrine coagulable qui avait rétabli la continuité du canal. Brodie a trouvé que cette ligature ne trouble pas la digestion, mais qu'il ne se produit plus de chyle avec le chyme, et que ni les lymphatiques de l'intestin ni le canal thoracique ne contiennent de chyle blanc. Tiedemann et Gmelin ont entrepris des expériences pour vérifier ce fait. Du second au troisième jour, la jaunisse se déclara; elle disparut quelquefois au bout de dix à quinze jours. Dans ce cas, le canal s'était rétabli, la ligature l'avait coupé et était tombée avant la cicatrisation des surfaces, ou bien il s'était épanché de la matière coagulable autour de cette ligature, qui était tombée dans l'intérieur du canal extérieurement rétabli, par l'orifice intestinal duquel elle s'était ensuite échappée. Le canal fut trouvé rétabli dans l'espace de treize à vingt-six jours. Dans d'autres cas, la mort survint au bout de trois à sept jours. Un chien, chez lequel la jaunisse persista, mais chez qui on trouva cependant plus tard le canal cholédoque perméable, avait vécu vingt-[illegible] jours lorsqu'on le mit à mort. Chez un chien qui mourut au bout de sept jours, on observa une maigreur telle et une si grande faiblesse, que l'animal pouvait à peine se tenir sur ses pattes. Le péritoine était enflammé, ou offrait des traces d'une ancienne inflammation. Dans ces circonstances, le sang et l'urine contenaient la matière colorante de la bile, et les lymphatiques du foie étaient jaunes.

Tiedemann et Gmelin ont constaté le fait observé par Brodie, que la digestion continue dans l'estomac après la ligature du canal cholédoque. Le contenu de l'intestin grêle ne différait pas non plus essentiellement de ce qu'il a coutume d'être; l'albumine y existait en grande quantité; il s'y trouvait aussi une matière susceptible de devenir rouge par le chlore; mais on n'y distinguait ni la caséine ni la matière précipitable par le chlorure d'étain. Le contenu du gros intestin avait, dans tous les cas, une odeur beaucoup plus désagréable et plus putride qu'à l'ordinaire (cette odeur était fade suivant Leuret et Lassaigne) : les excréments étaient blancs (de deux morceaux pareils de rate, dont l'un fut plongé dans de la bile de bœuf, et l'autre dans de l'eau ordinaire, le dernier pourrit un peu plus vite). Chez les chiens dont on avait lié le canal cholédoque, et qui furent tués à jeun, le canal thoracique contenait un liquide clair, translucide, coloré en jaune, qui se coagulait tantôt plus et tantôt moins complétement. Chez ceux qui reçurent des aliments après l'opération, les lymphatiques de l'intestin grêle contenaient un liquide transparent, clair, non blanc, comme chez les chiens qui, traités de la même manière, n'avaient pas obtenu d'aliments, tandis que, chez ceux de ces animaux dont le canal cholédoque n'avait point été lié, le liquide de l'intestin grêle était blanchâtre. Le contenu de l'intestin grêle se coagulait tant après l'opération que quand elle n'avait pas été faite, et dans le premier cas il se formait un caillot plus considérable, plus rouge, que dans le second. Le sérum du premier était trouble, celui du dernier blanchâtre. Le chyle du canal thoracique était communément plus rouge après l'opération qu'avant. Cependant l'état du chyle contenu dans ce conduit ne prouve presque rien, puisque la lymphe provenant d'autres parties se coagule également, et que, chez les animaux soumis à un jeûne prolongé, il reste pendant très longtemps de la lymphe dans le canal thoracique, ainsi que l'a fait voir Collard de Martigny.

Ce qui demeure toujours une circonstance fort importante, c'est que, chez [illegible]

[ui a reçu des aliments après la ligature du canal cholédoque, le chyle est rent, tandis qu'il est blanc chez l'animal qui se trouve dans les conditions -es. Tiedemann et Gmelin, il est vrai, n'attachent pas un grand poids à ce rce qu'ils regardent comme prouvé que du chyle peut se produire même le. En effet, disent-ils, on sait que la couleur blanche, laiteuse, du chyle, de particules de graisse qu'il contient. Cependant la différence dont il s'agit d'être prise en considération, et elle ne paraît nullement contraire à l'hypo-ıivant laquelle la bile jouerait un rôle dans la production du chyle. Tiede- Gmelin ajoutent que les chiens ont survécu longtemps (trois à sept jours) 'ation, et que, dans un cas où la jaunisse avait persisté, malgré le rétablis- du canal, la vie se prolongea jusqu'au vingt-sixième jour. Néanmoins il ne s perdre de vue que les chiens peuvent rester près de trente-six jours sans e aucune nourriture.

ret et Lassaigne, qui prétendent également que la digestion et la formation le continuent après la ligature du canal cholédoque, disent que la bile a la été de dissoudre la graisse, de la décomposer, de former avec elle une espèce on, et d'en opérer ainsi la digestion. Au contraire, d'après les expériences demann et Gmelin, la bile ne saurait dissoudre la moindre parcelle de graisse, sorption de laquelle elle ne peut contribuer que d'une manière purement ique, parce qu'elle la résout en particules qui demeurent suspendues. La ıraît être nécessaire pour provoquer les mouvements péristaltiques de l'in- car la constipation a lieu quand l'écoulement s'en trouve suspendu (1).

. Voisin (*Physiologie du foie*, Paris, 1828, p. 99) a pratiqué la ligature du canal cho- sur dix chiens, dont cinq moururent peu après l'opération, trois au bout de six semai- deux au bout de trois mois. Chez un de ces derniers, qui mourut d'un épanchement de s l'abdomen, par suite de la rupture de la vésicule, trois heures après avoir mangé, les x lactés contenaient du chyle, dont on put retirer quinze à seize grammes. Chez presque autres, on trouva, dans le canal digestif, des aliments parfaitement chylifiés, et, dans les x lactés, du chyle bien élaboré. Magendie a répété l'expérience de Brodie sur des chats *de physiologie*, 1825, t. II, p. 148), mais en opérant sur des animaux adultes, qui ont é, pour la plupart, aux suites de l'opération. Chez deux, qui ont survécu quelques jours, blanc avait été formé et des matières stercorales produites. Seulement, celles-ci n'étaient ées comme à l'ordinaire. Leuret et Lassaigne, ayant lié le canal cholédoque à un grand et l'ayant laissé reposer quatre heures, lui firent avaler de l'huile de ricin, pour vider intestinal, et, douze heures après l'opération, lui donnèrent une soupe au lait sucrée, enouvelée deux fois, à six heures de distance. Huit heures après le dernier repas, on tua . Le canal thoracique était distendu par un liquide demi-transparent et jaunâtre, qui u contact de l'air, et ne tarda pas à se prendre en un caillot rose nageant au milieu d'une citrine. Blondlot (*Traité de la digestion*, Nancy, 1843, p. 173) a procédé de la même : le canal cholédoque fut lié à 8 ou 10 millimètres du duodénum. On en retrancha en- ı 5 millimètres. Dès que l'animal fut remis, on le purgea ; puis on administra des ali- Au bout de cinq à six heures, l'animal fut assommé et ouvert immédiatement. Du chyle arfaitement élaboré, existait dans le canal thoracique et les vaisseaux chylifères du més- L'expérience, répétée quatre fois, a toujours donné les mêmes résultats. Blondlot a sayer aussi ce qui adviendrait en abandonnant l'animal à lui-même après l'opération. chiens soumis à cette épreuve (qui fut répétée jusqu'à douze fois) succombèrent du e au dixième jour, en présentant les symptômes d'une péritonite aiguë. L'autopsie dé- qu'à la chute de la ligature, la bile s'était épanchée dans l'abdomen. Chez tous, l'urine térique dès le second ou le troisième jour ; mais la sclérotique ne jaunit que dans un

Le mélange de chyme, de mucus, de bile et de suc pancréatique augm[illegible] de consistance vers la fin de l'intestin grêle, et prend une couleur plus foncée [illegible]

petit nombre de cas. Th. Schwann (MUELLER's *Archiv*, 1844, p. 127) fait remarquer avec [illegible] que, si la mort survient constamment après la ligature du canal cholédoque, quand les [illegible] curatifs de la nature ne parviennent pas à rétablir la continuité du conduit, cela ne prouve [illegible] ment la nécessité de la présence de la bile, puisque l'opération entraîne la cessation de la [illegible] tion biliaire, qui suffit pour amener la mort. Il faut donc, pour résoudre le problème, no [illegible] lement empêcher la bile d'affluer dans l'intestin, mais encore lui ménager une issue [illegible] dehors, et atteindre le premier but en liant le canal cholédoque, après en avoir excisé un [illegible] deux ou trois lignes, ce qui est le meilleur moyen d'empêcher qu'il ne se reproduise, [illegible] même alors, la chose ait lieu quelquefois. Quant à la seconde partie de l'opération, [illegible] l'exécute de la manière suivante. On attache un chien sur le dos, en ayant soin de ne [illegible] allonger ni écarter les pattes de derrière, afin de ne pas nuire aux articulations coxo- [illegible] On fait une incision de deux ou trois pouces à la ligne blanche, immédiatement au- [illegible] l'appareil xiphoïde. On ouvre ensuite le péritoine; on cherche le canal cholédoque [illegible] une ligne environ au-dessous de la réunion des conduits hépatique et cystique, on l [illegible] dessous de la ligature, et l'on excise toute la portion qui s'étend jusqu'au duodénum, [illegible] il n'y a pas nécessité d'établir une seconde ligature. Alors, on cherche la vésicule b [illegible] l'aide d'une aiguille, on passe un fil sous la tunique péritonéale qui couvre le bas-fond [illegible] voir, en ayant soin de ne pas piquer la membrane muqueuse. Un second fil est passé [illegible] deux lignes de distance du premier. On noue ensemble les deux bouts de chaque fil; [illegible] tique une suture à la plaie des parois abdominales, en commençant par le bas, et [illegible] haut une petite ouverture à travers laquelle passent les fils, par le moyen desquels [illegible] vésicule au dehors. Cela fait, on pratique une petite incision aux parois de la vésicule, [illegible] deux ligatures, on laisse couler la bile; on enlève avec une éponge celle qui peut rester [illegible] et l'on fixe les bords de l'ouverture à la peau par plusieurs points de suture. On place [illegible] de coton dans la vésicule, pour servir de conducteur à la bile. De cette manière, la [illegible] foie continue, et le produit ne peut s'épancher dans l'abdomen. L'opération terminée, [illegible] l'animal tous les jours, afin de constater s'il maigrit ou non. Son poids change très peu [illegible] les trois premiers jours, à moins qu'il n'ait souffert beaucoup de l'opération, et alors il [illegible] ordinairement, quoique ce ne soit pas toujours des suites immédiates de cette dernière. [illegible] a opéré ainsi dix-huit chiens. Chez deux de ces animaux, l'autopsie fit voir que le canal [illegible] reproduit; la fistule se ferma d'elle-même. Dix périrent des suites immédiates de l'opé[illegible] six vécurent plus ou moins longtemps, et leur mort ne put être attribuée qu'au défaut de [illegible] dans l'intestin. Ces derniers commencèrent le troisième jour à maigrir; tous succombèrent [illegible] milieu des symptômes d'une complète inanition. De ses expériences, Schwann tire les con[illegible] suivantes : 1° La bile n'est pas une humeur purement excrémentitielle; elle joue dans l'[illegible] un rôle important à la conservation de la vie : 2° elle est indispensable aux jeunes [illegible] comme aux adultes, et les premiers paraissent même en supporter moins bien le défaut; 3° [illegible] elle ne peut arriver dans le canal intestinal, son absence se fait ordinairement sentir, [illegible] chiens, dès le même jour, par une diminution de poids; 4° la mort des chiens adultes a [illegible] bout de deux ou trois semaines, parfois plus tôt, quelquefois aussi plus tard; 5° elle est [illegible] des symptômes d'un défaut de nutrition, grand amaigrissement, faiblesse musculaire, [illegible] des poils et légères convulsions pendant l'agonie; 6° la bile qui arrive naturellement [illegible] duodénum n'est point suppléée par celle que les animaux peuvent avaler en léchant leur [illegible] 7° cette bile avalée ne trouble pas la digestion. Chez l'un des chiens, qui mourut le [illegible] jour, et dont le canal cholédoque ne s'était pas rétabli, les lymphatiques du mésentère [illegible] translucides et presque vides. Le canal thoracique contenait, dans la poitrine, une [illegible] quantité de lymphe blanchâtre et semblable à du lait étendu d'eau. Cette lymphe, [illegible] canal, se coagulait au bout de dix à quinze minutes; elle contenait donc de la fibrine. [illegible] croscope, on y découvrit, outre les globules de lymphe, une multitude de gouttelettes [illegible] de toutes les dimensions, comme dans le lait (ce qui prouverait que la graisse peut être [illegible] dans l'intestin sans le concours de la bile, si l'on avait eu la précaution d'empêcher l'[illegible]

liquides sont absorbées par les réseaux lymphatiques du canal intestinal (1).
e qui a plus de consistance, le mucus intestinal, les cosses de graines, la

fistule). L'estomac était plein de lait (dont l'animal avait pris beaucoup pendant les
niers jours), et ce lait était coagulé. La moitié supérieure de l'intestin grêle contenait
t une substance analogue au lait, qui était presque liquide dans le duodénum et un
consistante dans le jéjunum. Toute cette moitié supérieure n'offrait aucune trace de
n jaune (ce qui fait présumer que l'animal ne s'était plus léché pendant les dernières
atre heures). La moitié inférieure de l'intestin grêle contenait les produits de la digestion
s précédents, durant lesquels l'animal avait été nourri de viande, de graisse et de
de terre. Ces résidus avaient une couleur jaune; mais ils étaient presque liquides, et
ent d'autant plus de consistance qu'ils se rapprochaient davantage du gros intestin. Ce
contenait une masse solide, d'un brun jaunâtre, qui remplissait entièrement le rectum.
(*Note du trad.*)

n voit par ce chapitre combien il règne encore d'obscurités sur ce qui se passe pendant
tion. Heureusement un biologiste éminent a jeté une lumière sinon complète, du moins
nde sur ces phénomènes. M. Cl. Bernard (*Comptes rendus des séances de l'Académie
nces*, t. XXVIII, séance du 19 février) a trouvé la fonction propre du pancréas. Le suc
atique est destiné, à l'exclusion de tous les autres liquides intestinaux, à modifier d'une
re spéciale, ou autrement dit, à digérer les substances grasses neutres contenues dans les
ts, et à permettre, de cette façon, leur absorption ultérieure par les vaisseaux chylifères.
Le suc pancréatique, obtenu dans de bonnes conditions, est un liquide limpide, incolore,
eux et gluant, coulant par grosses gouttes perlées ou sirupeuses et devenant mousseux par
tion. Ce fluide est sans odeur caractéristique. Placé sur la langue, il donne la sensation
d'un liquide visqueux: son goût a quelque chose de salé qui est assez analogue à la saveur
rum du sang. Ainsi que Magendie et quelques autres observateurs, M. Bernard a con-
nent rencontré sur les chiens, les chevaux, les lapins, les chats et les oiseaux, le suc pan-
que très manifestement alcalin au papier de tournesol. Il ne l'a jamais, dans aucun cas,
é neutre ni acide. Exposé à la chaleur, le liquide pancréatique se coagule en masse et se
rit en une matière concrète d'une grande blancheur. Il est également coagulé par les acides
ue, sulfurique et chlorhydrique concentré, ainsi que par les sels métalliques, l'esprit de
l'alcool, etc. Les acides acétique, lactique et chlorhydrique étendus ne coagulent pas la
re organique du suc pancréatique. Les alcalis n'y produisent non plus aucun précipité.
Quand on mélange à la température de 38 à 40 degrés du suc pancréatique avec de l'huile,
urre ou de la graisse, on constate que la matière grasse se trouve instantanément émul-
ée de la façon la plus complète par l'action du suc pancréatique. Il en résulte ainsi un
e blanchâtre et crémeux semblable à du chyle. En examinant de plus près les caractères
te émulsion, il devient bientôt évident que, sous l'influence du liquide pancréatique, la
re grasse n'a pas été simplement divisée et émulsionnée, mais qu'elle a en outre été modi-
himiquement. En effet, au moment du contact de la substance grasse neutre avec le suc
éatique alcalin, le mélange possède une réaction alcaline très nette qui, bientôt après, est
acée par une réaction acide très manifeste. Au laboratoire de M. Pelouze, avec MM. Bar-
et Marguerite, M. Gervais a examiné ces produits et a facilement reconnu que la graisse
été dédoublée en acide gras et en glycérine. Quand on choisit le beurre pour opérer l'émul-
vec le suc pancréatique, l'acide butyrique se fait bientôt reconnaître à son odeur caracté-
ue.
De ce qui précède, il résulte clairement que le suc pancréatique possède la propriété d'émul-
r instantanément et d'une manière complète les matières grasses neutres, et de les dédoubler
s en acide gras et en glycérine.
suc pancréatique jouit seul de cette propriété, à l'exclusion de tous les autres liquides de
omie. M. Bernard a essayé comparativement, sur les matières grasses neutres, l'action de
, de la salive, du suc gastrique, du sérum, du sang, du fluide céphalo-rachidien, et aucun
liquides n'a émulsionné ou modifié la graisse comme le suc pancréatique.
ur l'animal, on démontre facilement que les matières grasses, neutres, alimentaires,

chlorophylle, les fibres ligneuses, la substance cornée, et les matières excrémentitielles de la bile, telles que mucus, matière colorante, graisse et résine, forme, l'extrémité de l'intestin grêle, le commencement des excréments, dont il y a en

sont absorbables par les vaisseaux chylifères que lorsqu'elles ont été préalablement émulsionn et modifiées par le suc pancréatique. De sorte que ce fluide devient l'agent indispensable unique pour la formation de ce produit blanc homogène qui circule dans les vaisseaux lactés, auquel on donne le nom de chyle. Un fait parfaitement connu des physiologistes, c'est que vaisseaux chylifères ou lactés ne contiennent un liquide blanc laiteux qu'à la condition qu aient absorbé des matières grasses dans l'intestin. De sorte qu'un chyle limpide et transpar est un chyle dépourvu de matières grasses, tandis qu'un chyle blanc laiteux homogène est chyle chargé de graisse. Cela étant établi, il est très facile de démontrer que c'est le suc panc tique qui émulsionne et modifie la matière grasse et la rend absorbable par les chylifères. effet, quand on a lié sur des chiens les deux conduits pancréatiques, on a toujours vu que graisse traversait l'appareil digestif sans avoir été modifiée, et que le chyle se montrait limpide, incolore et totalement dépourvu de matière grasse. M. Bernard a trouvé le moyen démontrer le même fait par une autre expérience, qui se présente, en quelque sorte, toute parée chez le lapin. Chez cet animal, la nature semble avoir prévenu les désirs de l'expérim tateur, en faisant ouvrir, par une bizarrerie singulière, le canal pancréatique, qui est très bas dans l'intestin, à 35 centimètres au-dessous du canal cholédoque. On doit d'après ce que nous avons dit plus haut, que la graisse ne se trouvera absorbée que par vaisseaux chylifères qui émanent de l'intestin après l'abouchement du canal pancréatique. C' en effet ce qui arrive. De sorte que, chez un lapin, dans les aliments duquel on a incorp la graisse, on rencontre les deux espèces de chyle : le chyle transparent et dépourvu de grasse provenant des 37 centimètres d'intestin situés avant l'abouchement du canal pan tique, et le chyle blanc homogène et chargé de graisse provenant des portions d'intestin placées au-dessous de l'abouchement du canal pancréatique. Cette expérience est simple et sive pour démontrer que la bile est tout à fait étrangère à la digestion de la graisse, et c'est le suc pancréatique seul qui la modifie et la rend absorbable dans l'intestin. M. Mag a vu qu'en liant le canal cholédoque sur des chiens, la graisse était néanmoins émulsion absorbée par les chylifères. Si Brodie a avancé le contraire, c'est qu'il avait agi sur les chats comprenant sans doute dans sa ligature le canal pancréatique et cholédoque qui s'ouvrent concert dans l'intestin.

4° Le sucre pancréatique est redevable de son action spéciale sur les substances grasses tres à une matière organique particulière qu'il contient. Si nous rappelons que cette organique est soluble et coagulable par la chaleur, les acides énergiques, l'alcool, semble bien qu'on soit en droit de conclure, comme l'ont fait M. Magendie, puis MM. T mann et Gmelin, que le suc pancréatique se comporte aux réactifs à la manière d'un albumineux. Cependant, au point de vue physiologique, les liquides albumineux de conomie n'agissent pas du tout comme le suc pancréatique sur la graisse. De sorte que matière active du suc pancréatique serait autre chose que de l'albumine, bien qu'elle certain nombre de ses propriétés. Toutefois M. Bernard pu trouver des caractères pour dist la matière pancréatique d'avec l'albumine. Quand la matière organique du liquide pancré a été coagulée par l'alcool, puis desséchée à une douce chaleur, elle se dissout en totalité facilité dans l'eau, tandis que l'albumine, traitée de la même façon, ne se redissout plus manière appréciable. J'ajouterai qu'en se redissolvant, cette substance donne à l'eau la vis particulière et toutes les propriétés physiologiques du suc pancréatique ; de sorte qu'on ne douter que ce soit bien là sa matière active.

5° Les maladies du pancréas amènent la suppression de la sécrétion pancréatique ou ration. Dans les deux cas, la digestion des corps gras est impossible, et les malades rendent les selles les matières grasses non altérées ; ce qui devient un excellent signe de diagn M. Bernard n'a encore recueilli que deux cas de maladie du pancréas, et dans ces deux cas a constaté l'existence des selles graisseuses. Chez les animaux opérés pour l'extraction du pancréatique, le liquide s'altère, quelques heures après l'opération, par suite de la maladie

e des portions liquides qui sont résorbées dans le gros intestin. Aucune trace réciable des principes constituants de la bile ne se trouve, d'après Tiedemann Gmelin, dans le chyle des vaisseaux lymphatiques et du canal thoracique (1).

gane, et ce liquide altéré se distingue du suc pancréatique normal en ce qu'il est aqueux, ourvu de viscosité, non coagulable par la chaleur ou les acides et sans action sur les matières sses.

3° Les expériences rapportées n'infirment nullement les observations de MM. Bouchardat et adras, qui apprennent que l'amidon est transformé en glucose par le suc pancréatique. On it seulement remarquer à ce sujet que cette action du suc pancréatique sur l'amidon est loin lui être spéciale; c'est une propriété générale qui appartient à la salive mixte de l'homme et s animaux, au sérum du sang et à tous les liquides alcalins de l'économie, d'origine normale pathologique. C'est ce qui a été parfaitement établi par les travaux de MM. Magendie et ayer d'abord, et ensuite par des observations qui sont propres à M. Bernard. Cette transfor-ation de l'amidon en glucose s'effectue tout aussi bien sous l'influence du suc pancréatique al-ré que sous l'influence du suc pancréatique normal.

De là il faut conclure que l'action de la transformation de l'amidon en glucose ne distingue le suc pancréatique des autres liquides alcalins de l'économie; tandis qu'au contraire sa alté d'émulsionner et de modifier les matières grasses neutres constitue son rôle essentiel et cial dans la digestion, puisqu'il ne partage cette propriété avec aucun autre fluide intestinal, u'il la perd aussitôt que la matière coagulable active se trouve altérée.

I. Bernard (*Mémoires de la Société de biologie*, 1849, p. 117) a fait des remarques d'ana-ie comparée sur le pancréas : 1° Il établit, d'après les recherches des anatomistes modernes après ses propres dissections, qu'un pancréas glandulaire ayant été constaté chez un grand bre de poissons osseux, pourvus en même temps d'appendices pyloriques, on ne peut plus ettre aujourd'hui l'ancienne opinion que ces appendices jouent le rôle de pancréas.

° Insistant sur la disposition respective des conduits pancréatiques et biliaires, et sur leur t d'abouchement dans l'intestin, il démontre que, par suite du mode de versement de ces fluides, il ne peut jamais arriver que le suc pancréatique agisse sur les matières alimen-es isolément de la bile. En effet, toutes les variétés anatomiques se réduisent à trois cas : ans le premier cas, les deux fluides arrivent déjà mélangés dans l'intestin.

ans le second cas, la bile et le suc pancréatique se versent isolément par des conduits seule-nt distants de quelques millimètres les uns des autres, de sorte qu'il est évident qu'aussitôt arrivée sur la membrane muqueuse intestinale, les deux liquides sont unis et mélangés.

ans le troisième cas, les canaux biliaires et pancréatiques s'ouvrent dans l'intestin à une de distance l'un de l'autre, qui est de 35 à 50 centimètres chez le lapin et le lièvre; de entimètres dans le castor; de 52 centimètres chez le porc-épic; de 50 centimètres dans l'au-e, etc., etc. D'où il suit qu'alors la bile et le suc pancréatique ont le temps d'agir isolé-nt avant de se mélanger. Or il est constant que, chez ces animaux, le canal pancréatique, airement unique, s'ouvre toujours le dernier dans l'intestin, et apporte le suc du pancréas les aliments déjà imprégnés de bile.

uand on voudra répéter les expériences de M. Bernard, il faudra avoir soin d'expérimenter le suc pancréatique, quand il est complétement sain. Car, dès qu'il s'altère par suite de l'in-mation du pancréas, il perd ses propriétés et l'expérience manque.

n remarquera aussi que c'est une disposition anatomique sagacement interprétée, qui a mis Bernard sur la voie de sa brillante découverte. Cette disposition est la longue distance qui, le lapin, sépare le canal cholédoque du canal pancréatique. É. L.

1) D'après M. Cl. Bernard, le suc qu'on trouve dans l'intestin grêle et qui est un mélange de e, de suc gastrique, de bile et de suc pancréatique, possède à la fois les propriétés de un de ces liquides. Il transforme l'amidon en sucre, digère les aliments azotés et quelques es à la manière du suc gastrique, et dissout les corps gras comme le suc pancréatique. Ce ide intestinal paraît même posséder, avec plus d'énergie que les éléments physiologiques dont t composé, les propriétés de ces aliments. On peut faire de toutes pièces un liquide sem le : il suffit de mêler dans certaines proportions les quatre éléments qu'on y trouve. Si,

Tiedemann et Gmelin regardent le liquide acide qui se sécrète dans le cæcum, comme étant destiné à servir de dissolvant à la matière qui doit nourrir l'animal. La nature semble surtout lui avoir assigné cet office chez les animaux herbivores, qui ont un grand cæcum, par exemple, chez le cheval, où les aliments qui franchissent le pylore sont loin d'avoir subi le même degré de dissolution que chez les carnassiers, et où la digestion paraît continuer dans l'énorme gros intestin dont ils sont pourvus. Schultz admet également, à cause de l'acide qu'on trouve dans le cæcum, qu'il s'accomplit là une seconde digestion, mais il croit à un certain antagonisme entre la digestion stomacale et la digestion cæcale : chez les ruminants, la première a lieu pendant le jour, la seconde pendant la nuit, et la première commence après que la seconde a cessé. Il suivrait de là qu'un repas devrait, régulièrement, parcourir toute la longueur du canal intestinal dans l'espace de vingt-quatre heures; mais c'est ce qui n'arrive pas toujours. Dans les expériences de Tiedemann sur des chiens auxquels on avait lié le canal cholédoque, les excréments ne devinrent blancs que deux jours après l'opération; les ruminants conservent pendant des jours entiers leur panse pleine de fourrage. Il a été parlé précédemment d'une autre destination, plus essentielle peut-être, de l'acide du cæcum, qui serait de faire que les principes constituants de la bile passassent certainement à l'état insoluble dans les excréments (1).

Pendant la digestion, des gaz se développent dans toute la longueur du canal intestinal, indépendamment de l'air avalé, dont une partie est convertie en acide carbonique dans l'estomac. La nature de ces gaz dépend d'un côté de celle des aliments, et d'un autre côté des organes digestifs. Ils se dégagent souvent en grande abondance dans les affections du système nerveux. Quelquefois inodores, ils exhalent la plupart du temps l'odeur du sulfide hydrique; souvent ils sont inflammables. On peut y trouver de l'hydrogène, du gaz hydrogène carboné, du gaz sulfide hydrique. D'après l'analyse que Magendie et Chevreul ont faite de ceux qu'ils rencontrèrent dans les cadavres de trois suppliciés, ceux de l'intestin grêle avaient la composition suivante :

lieu de réunir ces quatre matériaux formateurs, on se contente d'en mêler deux, la bile et le suc gastrique, ce dernier liquide perd ses propriétés, ainsi que Schwann l'a constaté. En rapprochant ces propriétés qu'a le suc intestinal de celles qu'a la salive mixte, on gagne une conception bien plus claire que par le passé des phénomènes qui se passent dans les voies digestives; et l'on aurait une idée fausse si, après avoir étudié isolément les matériaux, on ne les étudiait pas dans leurs facultés complexes.

Ainsi on connaît l'action de la salive mixte qui saccharifie l'amidon, du suc gastrique qui dissout les substances azotées, du suc pancréatique qui digère les substances grasses, le suc intestinal mixte qui possède toutes ces propriétés. Il n'y a que la bile dont on ne connaisse pas le pouvoir spécifique. É. L.

(1) Steinhæuser (*Experimenta nonnulla de sensibilitate et functionibus intestini crassi*, Leipsick, 1841) a observé, chez une femme de quarante et un ans, qui était restée atteinte d'une large fistule du gros intestin, à la suite d'une grossesse ventrale, que le suc intestinal était toujours alcalin. Les excréments étaient acides la plupart du temps, rarement neutres. Parmi divers aliments qu'on introduisit dans le tube intestinal par la fistule, l'albumine fut le seul qui subit une dissolution. Les autres sortirent par l'anus sans avoir subi aucun changement.

(*Note du trad.*)

Acide carbonique.	24,39	40,00	25,00
Hydrogène	55,53	51,15	8,40
Azote	20,08	8,85	66,60
	Dans le gros intestin.		Dans le rectum.
Acide carbonique.	43,50	70,00	42,86
Hydrogène carboné et traces de sulfide hydrique	5,47		
Hydrogène et hydrogène carboné .		11,60	
Hydrogène carboné pur. . . .			11,18
Azote	51,03	18,40	45,96

)0 parties d'excréments humains ayant assez de consistance pour former des ses cohérentes contenaient, selon Berzelius :

au			73,3
latières solubles dans l'eau.	Bile	0,9	5,7
	Albumine	0,9	
	Matière extractive particulière	2,7	
	Sels	1,2	
ésidu insoluble des aliments digérés			7,0
atières insolubles qui s'ajoutent dans le canal intestinal, mucus, résine biliaire, graisse, matière animale particulière			14,0
			100,0

n trouve à la fois de l'urine et des excréments dans le cloaque des oiseaux et eptiles (1).

CHAPITRE VI.

De la métamorphose des aliments dans le système vasculaire lymphatique et sanguin.

ndant que le chyme parcourt le canal intestinal, les parties digérées qu'il ent sont absorbées par les vaisseaux lymphatiques. Cette absorption porte ipalement sur les substances à proprement parler nutritives. C'est du moins nt on a la certitude pour les aliments azotés, qui reparaissent dans le chyle la forme d'albumine, et, parmi ceux dans la composition desquels il n'entre l'azote, pour la graisse, dont la quantité dans le chyle varie suivant celle de substance qui a été introduite dans l'estomac. On ignore encore quelles sont létamorphoses que d'autres matières alimentaires non azotées éprouvent pen-

(1) *Cons.* sur la formation des matières fécales, BLONDLOT, *loc. cit.*, p. 630.

dant cette absorption. La gomme, le suc et les substances colorantes végéta n'ont point été retrouvées dans le chyle. Mais toutes les matières dissoutes, mê les plus hétérogènes, pénètrent dans les vaisseaux sanguins du canal intestinal, de là dans le torrent de la circulation, sinon par absorption, du moins par imbib tion et endosmose (1).

Absorption des substances nutritives.

Dans les précédentes éditions de mon Manuel, j'avais comparé l'action des villo sités intestinales à celle des spongioles qui terminent les racines des végétaux ; il me paraissait vraisemblable que, dans un cas comme dans l'autre, là résidait la force qui préside à l'absorption et au mouvement du suc nourricier. Quoiqu'on sût que les cellules des spongioles peuvent seules absorber, et qu'au-dessus d'elles de nouvelles cellules absorbantes se produisent continuellement, à mesure que les anciennes se développent davantage, la structure des villosités intestinales était trop peu connue pour qu'il fût possible de pousser plus loin ce parallèle entre les végétaux et les animaux.

La science a fait, à cet égard, des progrès surprenants. Non seulement on a reconnu que l'épithélium de la membrane muqueuse intestinale est composé de cellules, mais encore les recherches de Schwann sur les cellules qu'on rencontre dans le règne animal ont établi que ces cellules jouent un rôle essentiel dans tous les actes relatifs à la nutrition, et qu'on pourrait même admettre que la fonction d'absorber appartient à celles de l'épithélium. Cependant des travaux ultérieurs de Boehm et de Goodsir ont conduit à la connaissance d'autres cellules encore, qui ont plus de droit à être considérées comme le siége de la faculté absorbante.

Les observations de Boehm (2) ont été faites sur les villosités intestinales de malades qui avaient succombé au choléra, de manière qu'on resta dans le doute

(1) En général, on n'attache pas assez d'importance aux matières inorganiques qui pass des aliments dans le chyle, et, si parfois on en parle, c'est presque uniquement pour mém Leuchs (ERDMANN's *Journal*, 1842, t. I, p. 60) n'a pas craint de dire qu'elles sont aussi né cessaires pour la conservation de la santé et de la vie que les combinaisons de protéine, et leur absence n'a pas peu contribué à la mort des animaux qui ont été soumis aux expérie tendant à constater les effets d'une nourriture composée d'un aliment unique. Harrison (*Lo medical Gazette*, 1842, p. 476) s'est aussi exprimé dans le même sens à l'égard du fer. Bous gault (*Économie rurale, considérée dans ses rapports avec la physique, la chimie et la mété rologie*. Paris, 1844), envisageant la question de l'alimentation dans sa plus grande géné admet qu'un animal adulte, soumis à la ration d'entretien, rend, dans les différents pr qui résultent de l'action vitale, une quantité de matière précisément égale et semblable à qu'il perçoit par les aliments. Ainsi, dit-il, dans les déjections, les sécrétions, les gaz et l peurs émis journellement par un être vivant, il y a du carbone, de l'azote, de l'hydrogè l'oxygène, du phosphore, du soufre, du chlore, du calcium, du magnésium, du potass fer, etc., principes qui, sans exception aucune, se rencontrent également dans la nour Un individu, ajoute-t-il encore, qui recevrait pendant un temps suffisamment prolongé un gime alimentaire dans lequel un ou plusieurs de ces principes seraient exclus, finirait par é de graves désordres dans son organisation. Le fer, par exemple, est un élément constant matière colorante du sang, on le retrouve en proportion très forte dans le système pileu est donc à peu près certain qu'un homme qui prendrait une nourriture totalement privée d métal ne tarderait pas à éprouver une altération manifeste dans sa santé. (*Note du trad.*)

(2) *Die kranke Schleimhaut in der asiat. Cholera*. Berlin, 1838.

savoir s'il s'agissait d'un phénomène de santé ou de maladie, car on ne le re- ›uva point dans d'autres cadavres. La membrane muqueuse de l'intestin offrit la de particulier, chez un grand nombre de cholériques, que chaque villosité ntenait, à son extrémité libre, une petite vésicule claire et jaune. En général, tte vésicule est unique : cependant il y en avait parfois deux ou plusieurs à côté s unes des autres. De plus petites se faisaient remarquer sur le trajet de la vil- sité. Quelquefois la vésicule transparente en renfermait une seconde. Le contenu s cavités du sommet des villosités fut considéré par Boehm comme des gouttes huile. Il rappelle à ce sujet les ampoules de Lieberkühn, dont on ne put aperce- oir l'orifice indiqué par cet ancien micrographe.

Goodsir (1) a vu, chez un chien tué trois heures après avoir mangé de la farine avoine, du lait et du beurre, les villosités dépouillées d'épithélium, excepté à la se, où l'on en apercevait encore quelques cellules. Chaque villosité était tapissée ıne membrane mince et lisse, que l'auteur appelle primitive ou fondamentale. ı-dessous de cette membrane, le sommet offrait un grand nombre de vésicules ıériques, d'un diamètre de 0,001 à moins de 0,0005 pouce. La masse contenue ıs leur intérieur avait un aspect laiteux. Du côté du corps de la villosité, au d de la masse de vésicules, on découvrait des particules oléagineuses, en grand nbre, qui se confondaient, par des gradations insensibles, avec la texture grenue la substance de la villosité. On pouvait suivre les troncs de deux vaisseaux és dans le milieu de cette dernière ; lorsqu'ils approchaient de la masse vésicu- ıme, ils se bifurquaient et formaient des anses. Jamais ces vaisseaux n'ont pu suivis jusque dans l'une des vésicules, jamais on n'a pu apercevoir aucune ımunication entre les deux structures.

uivant Goodsir, la membrane muqueuse de l'intestin se dépouille de son épi- ium au moment de la chylification. On savait déjà que la même chose arrive s l'estomac pendant la digestion, car la couche blanche qui couvre le contenu e viscère est composée en grande partie de corpuscules muqueux, dont un ain nombre ont leur enveloppe dissoute (2).

hez le chien dont il a été parlé plus haut, Goodsir a trouvé les villosités nues, épithélium, tandis que la couche blanche du contenu de l'intestin se compo- du côté des parois intestinales, d'un liquide translucide, de quelques globules ile, et de nombreuses cellules épithéliales, les unes isolées, les autres agglomé- En même temps que la mue des villosités, s'opère aussi celle des follicules ueux. C'est alors seulement que commence la fonction des villosités, qui, rès Goodsir, consiste en ce que les petites vésicules situées entre les anses ter- ales des vaisseaux lymphatiques acquièrent plus de volume, attirent à travers membrane pariétale les substances contenues dans le chyme, et crèvent les après les autres, tandis que leur contenu, ainsi qu'il arrive à celui d'autres les interstitielles, est reçu dans le tissu de la villosité. Le réseau des vaisseaux s s'empare des débris et du contenu de ces cellules. Tant que l'intestin ren- e du chyle, les vésicules continuent, à l'extrémité libre de la villosité, de se lopper, d'absorber du chyle, et d'éclater. L'épithélium protecteur se reproduit

) *Edinb. new phil. Journ.*, 1842, april., jul.
) Henle, *Anatomie générale*. Paris, 1843, t. II, p. 488.

avec rapidité dans les intervalles des digestions. Goodsir compare les vésiculiformes de la villosité aux spongioles d'une radicule, et rappelle a occasion la couche des cellules qui existe à la face interne du sac vitelli lules qui couvrent les anses vasculaires pendantes dans le jaune (*vasa* celles qui couvrent les pinceaux du placenta.

Les vésicules en question ont été vues par E.-H. Weber, non se l'extrémité des villosités, mais encore dans le reste de l'étendue de ces

Ces vues sur l'absorption dans le canal intestinal expliquent aisément a de spécifique dans la résorption lymphatique, les cellules n'attirant, e leur structure, que ce qui leur convient spécifiquement.

Une circonstance digne d'intérêt, c'est que ces observations ont fait un sens mieux déterminé à certaines opinions émises autrefois par Wi Dœllinger, qui n'admettaient pas d'absorption proprement dite par les lymphatiques, car ils prétendaient que le chyme se forme dans le tissu de brane muqueuse, et que celle-ci se dissout ensuite en chyle des lymp Dœllinger pensait que les villosités croissent extérieurement par agrég apposition des molécules plastiques provenant du chyme de l'intestin, c blastoderme de l'embryon croît du jaune, par apposition, avant la forma vaisseaux sanguins; pendant que les villosités intestinales se chargent ainsi stance nouvelle à leur surface, leur intérieur se résout en chyle. La doc Wilbrand était plus obscure : ce physiologiste voulait que les vaisseaux tiques n'eussent point, à proprement parler, de commencement, et qu'il tassent d'une transformation graduelle du chyme, en sorte qu'on ne pût juste où ce dernier finissait, ni où les vaisseaux lactés commençaient (1).

(1) Lacauchie (*Études hydrotomiques*, p. 49), qui attribue aux villosités intest mouvements déterminés par les fibres contractiles de la paroi de leur lymphatique c regarde comme des systèmes de pompes aspirantes et foulantes. Il n'accorde au réseau sanguin que le rôle de simple appareil de nutrition. Ce qu'il appelle la substance extérieure de la villosité, c'est-à-dire l'épithélium, n'a pour lui d'autre but que d'e contact immédiat des vaisseaux chylifères et du liquide intestinal. Il se représente l globules sphériques, d'un diamètre approprié à la grandeur des ouvertures innombr surface des villosités. Ces globules, une fois engagés dans la substance spongieuse, qui l'aspiration des chylifères, la traversent pour arriver à ceux-ci, gagner les gros tronc se mêler au sang de la veine cave supérieure, poussés par la contraction des tubes qui l nent, et soutenus entre deux contractions par les valvules, qui s'opposent à tout m rétrograde. Gruby et Delafond ont imaginé une autre hypothèse. A leurs yeux, les m des villosités ont pour effet de chasser le sang et le chyle contenus chacun dans ses vai considèrent chaque cellule d'épithélium comme un organe chargé de recevoir le chyl admettent deux espèces de chyle : l'un *brut*, celui qui se produit dans l'acte de la dig qui est composé d'éléments hétérogènes; l'autre *élaboré*, *confectionné*, composé de g graisse emprisonnés dans une pellicule albumineuse et nageant au milieu d'un liquid rent, spontanément coagulable, formé de fibrine et d'albumine dissoute dans de l'eau sels en dissolution. Ce chyle purifié, seul susceptible de s'engager dans l'ouverture p effilée des cellules épithéliales, pour parvenir dans le vaisseau chylifère central, est, su le produit d'une action des cellules d'épithélium, qui sont chargées de recevoir le chyl le diviser, de l'atténuer, et qu'ils regardent, à cet effet, comme un appareil spécial, n eux *chylogène*. Quant à l'appareil vasculaire sanguin, ils le croient destiné, non seul nutrition, mais encore à conduire dans la circulation générale les matériaux solubles de l'intestin, lesquels sont aussi absorbés par les parois des cellules épithéliales. De

Chyle.

:hyle est le liquide qui passe du canal intestinal dans les lymphatiques, ıt le cours de la digestion, et que son apparence trouble, et souvent sa cou- anche, distinguent tant de la lymphe qu'on trouve en d'autres temps dans isseaux, que de celle qui existe dans d'autres parties du corps. Il est plus hez les herbivores que chez les carnivores; chez ces derniers, et même hez les herbivores, tant qu'ils sucent le lait de leur mère, il est fort trouble châtre. Cette couleur paraît tenir à des globules de graisse, dont il faut bien uer les corpuscules qui appartiennent au chyle et à la lymphe, et qui se t probablement dans la catégorie des cellules, comme les globules du sang. rpuscules du chyle se produisent dans l'intérieur du système lymphatique; déjà été parlé ailleurs. Le chyle n'est rougeâtre que par exception, et dans rares, par exemple, dans le canal thoracique des chevaux; je ne l'ai jamais que blanchâtre, même dans ce canal, chez les animaux que j'ai observés chèvre, chien, chat, lapin). Il exerce des réactions alcalines. Quelques ues ont comparé son odeur à celle du sperme.

hyle se coagule de lui-même quelque temps après avoir été retiré des vais- Reuss et Emmert, Tiedemann et Gmelin ont observé que sa coagulabilité nte à mesure qu'il avance dans le système lymphatique; de sorte que celui ovient des lymphatiques du canal intestinal ne se coagule pas, et qu'il est rare qu'on le voie se coaguler après qu'il a traversé les glandes mésenté- Quand celui du canal thoracique se coagule (dix minutes après sa sortie sseaux, comme la lymphe), il se sépare en deux parties, un caillot et le Le caillot est de la fibrine mêlée avec une partie des globules du chyle. Le est une dissolution d'albumine, tenant en suspension le reste de ces globules. t aussi nager à la surface une matière crémeuse, qui consiste en globules sse. Le caillot du chyle provenant du canal thoracique devient souvent, à ›re, beaucoup plus rouge que le chyle ne l'était avant sa coagulation.

comparant ensemble le chyle des vaisseaux lactés, celui de la citerne de et, et enfin celui tant de la partie moyenne que de la partie supérieure du horacique du cheval, Emmert a trouvé que l'action de l'air changeait peu leur blanche du premier; que le second rougissait un peu, et se coagulait ue le dernier acquérait une teinte presque semblable à celle du sang artériel, il fournissait un caillot plus considérable et plus ferme. Le sérum du chyle iterne et des gros troncs lactés était trouble, et contenait une multitude de globules d'un blanc jaunâtre. Celui du chyle du canal thoracique était clair, l nu n'y distinguait pas de globules. Dans les expériences d'Emmert, le le la partie moyenne du canal thoracique contenait un peu plus de matière

ls considèrent les matériaux formés par la digestion comme composés de trois parties : ière, insoluble et très divisible, passe dans les cellules épithéliales, et n'arrive dans les x chylifères qu'après avoir été divisée, atténuée; la seconde, comprenant les matériaux dans l'eau, passe également dans ces cellules, et de là à la fois dans le sang et la lym- fin, la troisième, insoluble et peu divisible, est rejetée au dehors. C'est là, au reste peu moins claire, la théorie que Blondlot a établie de l'absorption intestinale (*T* *estion*, p. 410). (*Note du tra*

animale que celui de la partie supérieure, sans doute parce que ce dernier était mêlé d'une quantité proportionnellement considérable de la lymphe beaucoup plus liquide qui provenait des autres vaisseaux lymphatiques du corps (1).

Magendie dit que, quand le chyle provient d'aliments qui contiennent peu ou point de graisse, il est moins blanc, seulement opalin; il se sépare en caillot et sérum, et peu ou point de matière crémeuse vient nager à la surface. Mais quand il a été produit par des substances grasses, animales ou végétales, il est blanc, et se sépare en trois parties, un caillot de fibrine, le sérum, et une couche crémeuse à la surface du liquide, couche qui contient les principes gras. Suivant Marcet (2), le chyle provenant de la nourriture végétale passe plus lentement à la putréfaction que celui qui provient de la nourriture animale, et il contient plus de carbone: le premier est toujours laiteux, et se couvre de crème; l'autre est plus transparent, et ne produit pas de crème.

Tiedemann et Gmelin l'emportent de beaucoup sur tous ceux qui les ont précédés, par le nombre de leurs expériences sur le chyle, par l'exactitude de leurs recherches, et surtout par le soin qu'ils ont pris de faire marcher de front les investigations chimiques et les considérations anatomico-physiologiques. Toutes leurs expériences, disent-ils, démontrent de la manière la plus péremptoire que le trouble blanc qui caractérise le chyle dépend d'une graisse, divisée en particules très fines, qui y nage. Lorsque le chyle se coagule, la plus faible partie de cette graisse entre dans le caillot; la plus considérable demeure dans le sérum, à la surface duquel elle s'élève *quelquefois* sous la forme de crème. Tiedemann et Gmelin ont, par le moyen de l'alcool bouillant, extrait du caillot chyleux une graisse huileuse et d'un brun jaunâtre. En agitant le sérum laiteux avec de l'éther exempt d'alcool, ils l'ont vu peu à peu s'éclaircir tout à fait, et, en évaporant l'éther, ils obtenaient d'autant plus de graisse, sous la forme, soit d'une huile, soit de grumeaux d'apparence sébacée, que le sérum avait été plus trouble. Ils concluent de là, ce qui est aussi confirmé par le résultat de modes d'alimentation divers, que la graisse contenue dans le corps provient des aliments, et qu'elle ne subit aucune décomposition ou combinaison qui l'y fasse passer à un état soluble, mais qu'elle s'y introduit telle qu'elle est, indissoute, et seulement divisée en mo- lécules très déliées. Les brebis nourries d'herbe ou de paille donnent un chyle peu trouble, quelquefois presque limpide. On n'observa non plus qu'un trouble très léger chez les chiens nourris avec de l'albumine liquide, de la fibrine, de la géla- tine, du fromage, de l'amidon, du gluten, comme aussi chez un cheval nourri d'amidon. Le chyle d'une brebis nourrie avec de l'avoine était médiocrement trouble. On observa, au contraire, un trouble laiteux considérable chez les chiens qui avaient mangé de l'albumine coagulée, du lait, des os et du bœuf; chez les chats nourris avec du bœuf, ou du pain et du lait; chez les chevaux auxquels on avait donné de l'avoine. Enfin, le chyle d'un chien nourri avec du beurre [illegible] le plus lactescent de tous. Le chyle était moins laiteux après la ligature du canal cholédoque; phénomène que Tiedemann et Gmelin pensent qu'on peut attribuer à ce que la bile possède la propriété de réduire la graisse des aliments à un [illegible]

(1) Scherer, *Journ. der chemie*, 5, p. 164, 691. — Reil's *Archiv*, t. VIII, p. 146.
(2) *Med. chir. Transactions*. London, 1815, t. VI, p. 618.

de division et de suspension dans le liquide aqueux, qu'elle puisse être absorbée facilement sous cette forme.

Au reste, le chyle paraît n'être pas une simple dissolution de matière animale, dans laquelle il n'y aurait d'autres corpuscules que les globules de graisse. Lorsque j'ajoutais de l'éther exempt d'alcool à du sérum laiteux de chyle de chat, dans un verre de montre, le sérum semblait d'abord s'éclaircir un peu par degrés; mais, même alors qu'on prolongeait beaucoup l'expérience, en ajoutant toujours de nouvel éther, il restait une couche trouble, et, quand j'examinais cette couche au microscope, j'y découvrais des globules qui n'avaient subi aucun changement. Je fis manger à un chien du pain, du lait et un peu de beurre, et je le tuai cinq heures après: le chyle du canal thoracique et des vaisseaux lactés était blanc: je l'examinai goutte à goutte au microscope; je reconnus alors qu'il contenait une multitude de globules d'huile, de grosseur très diverse, qui étaient entièrement translucides. Mais la plus grande partie des globules de ce chyle étaient d'une tout autre espèce, c'est-à-dire blanchâtres et non translucides, très petits, et à peu près moitié ou un tiers moins gros que les globules du sang de l'animal, différence que j'avais déjà constatée auparavant chez le veau. Les petits globules sont en nombre immense, et c'est évidemment d'eux que dépend la couleur blanche; leur forme n'est pas si régulière que celle des globules du sang. Ce ne sont certainement pas les globules de graisse, qui sont plus petits que les globules trouvés par Nasse et par moi dans la lymphe de l'homme. J'ai aussi observé la coagulation du chyle, au microscope, sur de grosses gouttes que je mêlais avec un peu d'eau, afin d'écarter davantage les globules les uns des autres, et de voir si le caillot résultait d'une simple agrégation de ces globules, ou s'il était produit par la coagulation d'une substance, auparavant dissoute, qui, au moment de sa solidification, emprisonnerait les globules. Les pellicules extrêmement fines qui se produisaient n'étaient pas composées uniquement de globules agrégés; il y avait en outre une substance transparente qui unissait ces globules ensemble, même lorsqu'ils étaient aussi rapprochés que possible les uns des autres. Il en est donc du chyle absolument comme de la lymphe et du sang. Lorsque j'étendais une goutte de chyle sur une plaque de verre, il se produisait, non seulement des pellicules unissant ensemble les globules, mais encore de petites îles de graisse, qui étaient presque entièrement transparentes, et à l'égard desquelles j'ignore si elles résultaient du rapprochement ou du refroidissement des gouttelettes d'huile. Les recherches microscopiques sur le chyle n'ont point encore résolu toutes les questions. Avant tout, il y aurait à chercher quel rapport existe entre les petits globules du chyle et les globules du sang; si ceux-ci naissent de ceux-là; si les petits globules qui ont été décrits par [illegible] dans le sang des grenouilles et des oiseaux, par Home dans celui de l'homme, sont des globules de chyle. Ensuite, il serait fort à désirer de savoir si les globules du chyle sont ou non elliptiques dans le canal thoracique chez les animaux qui, comme les oiseaux et les reptiles, ont des globules du sang de cette forme, afin d'arriver à découvrir où la forme des globules du sang prend naissance. On ne pourrait atteindre ce but que chez de grands reptiles, dont le canal thoracique est facile à trouver, ou chez des poissons. Rudolphi assure bien, d'après Leuret et Lassaigne, que les globules du chyle des oiseaux sont ronds, tandis que [illegible] sang de ces animaux sont ovales. Mais Leuret et Lassaigne parlent

globules du chyme contenu dans l'intestin des oiseaux, et non des globules du chyle (1).

Tiedemann et Gmelin ont fait des recherches fort étendues sur les changements que le chyle subit suivant les aliments (2). Ils disent ce liquide plus rouge chez les chevaux que chez les chiens, et chez ceux-ci que chez les brebis. Dans les chiens, le caillot offrait une couleur rouge plus vive après que l'animal avait mangé de l'albumine liquide, du beurre, du lait, des os, de la viande, du pain et du lait. Le chyle était blanc, et le caillot peu coloré en rouge après l'alimentation avec de la fibrine, de la colle, du fromage mou, de l'amidon, du beurre, du gluten. Vif le chyle entier, ni le caillot, ni le sérum, ne présentait la moindre teinte de rouge après l'usage de l'albumine, ce que j'ai remarqué aussi chez les chiens nourris de pain, de lait et de beurre. Chez les chiens tués à jeun, de même que chez ceux qui avaient mangé de l'amidon, du lait, du bœuf cru ou cuit, du bœuf et du pain blanc, de l'albumine liquide et du pain d'épeautre, et chez les chats auxquels on avait donné du pain et du lait, ou du bœuf bouilli, on trouva bien toujours un chyle non coloré en rouge, mais on n'examina pas si le caillot, après sa séparation, était ou non teint en rouge. La lymphe du canal thoracique des chevaux tués à jeun, ou après qu'ils avaient mangé de l'amidon, était d'un rouge beaucoup plus foncé que chez ceux qui avaient été nourris d'avoine. Le chyle des brebis auxquelles on n'avait donné qu'un peu de foin ou de paille fournit un caillot blanc rougeâtre; chez celles qu'on avait nourries d'avoine, le chyle était d'un blanc pur. Tiedemann et Gmelin concluent de ces dernières expériences que le chyle contient d'autant moins de matière colorante du sang que l'animal a été mieux nourri, et que cette matière n'est pas formée immédiatement par la digestion; la couleur rougeâtre surtout de la lymphe qui revient de la rate, couleur que Hewson, Tiedemann, Gmelin et Fohmann ont observée, et que j'ai vue aussi quelquefois chez les bœufs, devient d'autant moins appréciable dans le chyle qu'il contient moins de substances nutritives provenant de l'intestin.

Le chyle d'un cheval nourri avec de l'avoine, chyle qu'on avait retiré des vaisseaux lactés, avant qu'ils eussent traversé aucune glande, était blanc : il ne rougit pas à l'air, et donna un caillot blanc. Celui des lymphatiques du mésentère qui avait déjà traversé des glandes et celui du canal thoracique étaient d'un rouge clair, et donnaient un caillot d'un rouge écarlate pâle. La lymphe des vaisseaux du gros intestin était d'un jaune pâle : elle donna un caillot floconneux blanc. Celle des lymphatiques du bassin était rouge ; elle donna un caillot plus foncé que celui du chyle tiré du canal thoracique. De ces observations, qui s'accordent avec celles d'Emmert, Tiedemann et Gmelin concluent que le chyle est d'abord blanc, et que ce n'est que quand il a traversé les glandes mésentériques, ou qu'il a reçu la lymphe d'autres glandes et celle de la rate, qu'il se montre rouge. Quant à ce qui concerne la lymphe de la rate, Hewson a trouvé le premier qu'elle est rouge comme du vin rouge étendu d'eau, et qu'elle contient des globules rouges (3). Tiedemann et Gmelin ont observé cette teinte tant chez les animaux qui ...

(1) *Cons.* à ce sujet, DONNÉ, *Cours de microscopie*. Paris, 1844, p. 86.

(2) *Recherches expérimentales chimiques et physiologiques sur la digestion*. Paris, 182...

(3) *Op. posth.* Leyde, 1785.

aliments que chez ceux qu'on avait fait jeûner. Fohmann (1), qui l'a vue
raies disséquées vivantes, prétend que, pendant la digestion, la lymphe
e de ces animaux est rougeâtre, mais qu'après une abstinence prolongée,
d aussi cette teinte, de même que la lymphe du foie. Rudolphi dit que les
; lymphatiques de la rate sont généralement aussi blancs que ceux du foie
res organes, mais que parfois aussi ils charrient un liquide sanguinolent.
moins je dois faire remarquer que la lymphe n'est jamais blanche ailleurs
testin, et que plusieurs fois, en examinant celle de la rate des bœufs, dans
:heries, je l'ai vue, dans quelques uns des plus gros vaisseaux, semblable
a rouge trempé d'eau. Seiler l'a vue parfois rougeâtre dans quelques uns
phatiques de la rate chez les chevaux; mais, chez la plupart de ces animaux,
it incolore, et jamais elle n'avait de couleur chez les bêtes à cornes, les
s brebis, les cochons ni les chiens.
:mann et Gmelin sont arrivés au résultat suivant pour ce qui concerne la
on de la fibrine relativement au sérum du chyle. Le chyle du cheval fut celui
:oagula le plus fortement: 100 parties de ce liquide donnèrent 1,06 à 5,65
ot frais, et 0,19 à 1,75 de caillot sec. Le chyle des chiens se coagulait plus
:nt : la quantité du caillot frais s'y élevait de 1,36 à 5,75 sur 100, et celle
ot sec de 0,17 à 0,56. Le chyle des brebis était le moins coagulable de
donnait seulement, sur 100 parties, 2,56 à 4,75 de caillot frais, et 0,24 à
caillot sec. Le contenu du canal thoracique des animaux à jeun se coagu-
ie manière plus complète, et contenait plus de caillot frais et sec que le
:s animaux nourris avec profusion; le caillot de celui des chevaux à jeun
1,00 à 1,75 pour 100, et celui des chevaux nourris d'avoine de 0,19 à
ulement. Tiedemann et Gmelin concluent de là que la fibrine du chyle pro-
ion pas des aliments, mais de la lymphe, et qu'elle tire son origine du
à ils admettent qu'elle se produit; ils ne croient pas qu'elle soit immédia-
formée par l'acte digestif aux dépens des matières alimentaires, et ils pen-
'elle s'ajoute seulement au chyle lors de son passage à travers les glandes
entère. Ceci accordé, il faut encore admettre que, si la lymphe pâle des
iques non chylifères devient réellement plus riche en fibrine à mesure
ivance dans le système vasculaire destiné à la contenir, ce n'est pas parce
albumine se convertit en fibrine, mais uniquement parce qu'elle se mêle,
faisant, avec la fibrine dissoute du sang, qui la rend plus coagulable. Ce-
l'hypothèse suivant laquelle la fibrine s'ajouterait ainsi au chyle dans le
es voies chylifères est aujourd'hui tout aussi peu susceptible de démons-
que l'hypothèse opposée, celle qu'une partie de l'albumine du chyle lui-
e transforme en fibrine. Pour savoir à quoi s'en tenir, il faudrait un grand
d'observations sur la quantité des parties solides, de l'albumine surtout,
sérum du chyle tient en dissolution dans les diverses parties du système
:ique. Si, par exemple, le sérum du chyle contenu dans le canal thora-
ait, après la séparation de la fibrine, moins d'albumine que celui de
he des membres et du chyle des vaisseaux lactés, et que cette différence
tante, il demeurerait avéré que l'albumine se transforme en fibrine dans le

ugadersystem der Fische, p. 45.

système lymphatique, puisque sa quantité irait en diminuant à mesure q de la fibrine augmenterait. Nous verrons plus loin que Tiedemann et Gm obtenu à cet égard des résultats qui, loin d'être constants, sont, au co contradictoires.

Les deux hypothèses peuvent servir à expliquer l'augmentation progre la fibrine dans le chyle depuis l'intestin jusqu'au canal thoracique. Tied Gmelin ont fait les observations suivantes à l'égard de ce phénomène, qu avait déjà remarqué. Chez un cheval nourri avec de l'avoine, le chyle vaisseaux lactés, avant leur passage à travers des glandes, ne se coagul 100 parties du liquide lymphatique qui avait traversé des glandes fournirent 0, de caillot sec; le chyle du canal thoracique en donna 0,19, la lymphe du bassin et celle du gros intestin également très peu. Chez un cheval qui avait jeûné liquide du canal thoracique donna 0,42 de caillot sec : on en obtint 0,25 de du plexus lombaire. Le contenu du canal thoracique, confluent du chyle des v seaux lactés et de la lymphe des autres parties du corps, tenait le milieu, qu la fibrine qu'il renfermait, entre celui des lymphatiques de l'intestin grêle et d des lymphatiques du bassin.

La quantité de parties solides tenues en dissolution dans le sérum varia de à 8,7, dans les expériences de Tiedemann et Gmelin. Chez un cheval nourri de l'avoine, le sérum du chyle provenant des vaisseaux du mésentère en donna pour 100; celui du chyle tiré du canal thoracique 3,04; celui de la lymphe bassin, 3,1; celui enfin de la lymphe du gros intestin, près de 4. Au contr dans un cheval qui avait jeûné, le sérum de la lymphe du canal thoraciqu contenait que 4,7 pour 100 de parties solides, et celui de la lymphe du p lombaire n'en donna que 3,7. Le sérum du chyle contenait de l'albumine, matière soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, de l'osmazome, de l'ac du carbonate, du phosphate, du sulfate et du chlorure sodiques, du carbon du phosphate calciques. Donc les mêmes sels qu'on rencontre dans le canal i tinal font aussi partie constituante du chyle. Le sérum sec du liquide co dans le canal thoracique des animaux tués à jeun contenait plus d'albumi de ptyaline, mais moins d'osmazome et de graisse, que celui des animau avaient pris de la nourriture en abondance. Gmelin a trouvé dans le sérum chyle de cheval :

Graisse brune.	15,47
Graisse jaune	6,35
Osmazome, acétate sodique, chlorure sodique cristallisé en octaèdres, sans doute à cause de la présence d'une matière animale.	16,02
Matière soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool, avec carbonate et très peu de phosphate sodiques.	2,76
Albumine.	55,25
Carbonate et un peu de phosphate calciques, obtenus par la combustion de l'albumine.	2,76
	98,61

En général, on ne retrouva, dans le chyle, aucune trace des matières qui a

alimentation des animaux : seulement, après l'usage du beurre, ce liquide riche en graisse, et, après celui de l'amidon, on découvrit du sucre dans d'un chien (1).

ıangements que le chyle éprouve dans le système lymphatique (qu'ils tienꞏ ɜs matières mélangées, ou à une métamorphose du chyle lui-même) sont ıent opérés par les parois des vaisseaux lymphatiques, tant dans l'inté- 'au dehors des glandes. Ce qui prouve que, même dans ces dernières, le l rôle appartient à l'influence des parois des réseaux lymphatiques, c'est e des glandes mésentériques chez les oiseaux, les reptiles et les poissons. lonc se représenter les glandes mésentériques elles-mêmes comme formées nent de réseaux des lymphatiques afférents et efférents, réseaux dans les- : contact entre le contenu et les parois vasculaires est multiplié par l'ac- ıent des surfaces. Ces réseaux n'étant pas très petits, comme le prouvent :tions de mercure, les vaisseaux lymphatiques doivent y conserver leurs et celles-ci doivent, de même que dans les lymphatiques ordinaires, être ues par des capillaires sanguins très déliés, de manière que le sang n'entre

es (*Lond. and Edinb. philos. Magaz.*, 1842, p. 508), ayant eu occasion d'analyser le du canal thoracique d'un homme, une heure et demie après la mort par suspension, composé de : eau, 90,48 ; albumine, avec traces de fibrine, 7,08 ; extrait aqueux, :trait alcoolique, 0,52 ; chlorure de potassium, carbonate, sulfate et traces de phos- tassiques, avec oxyde ferrique, 0,44 ; matières grasses, 0,92. Les matières grasses e même caractère que celles du sang : seulement, elles ne contenaient pas de phosphore. e de l'extrait aqueux contenait du fer. Celle de l'extrait alcoolique donna plus de car- otassique que celle du sang.

me a donné (*loc. cit.*, 1844, p. 547) l'analyse comparative du chyle et de la lymphe ıe âne qui avait été nourri de haricots et d'avoine :

	Chyle.	Lymphe.
Eau.	90,237	96,536
Albumine.	3,516	1,200
Fibrine.	0,370	0,120
Extrait soluble dans l'eau et l'alcool.	0,332	0,240
Extrait soluble dans l'eau seulement.	1,233	1,319
Graisse.	3,601	traces.
Sels et traces d'oxyde de fer.	0,711	0,585
	100,000	100,000

ɔit aussi à F. Simon l'analyse du chyle de trois chevaux nourris, le premier avec des deux autres avec de l'avoine :

	I	II	III
Eau.	940,670	928,000	916,000
Graisse.	1,186	10,010	0,900
Albumine.	42,717	46,430	60,530
Fibrine.	0,440	0,805	0,900
Hématine.	0,474	traces	5,691
Matières extractives et ptyaline.	8,300	5,320	5,265
Chlorure et lactate sodiques, avec traces de sels calcaires.	»	7,300	6,700
Sulfate et phosphate calciques, avec traces d'oxyde de fer.	»	1,100	0,850

(*Note du tra*

en contact avec le chyle des glandes lymphatiques que par l'intermédiaire membranes, à travers lesquelles il est possible que passent les parties qu'il ti en dissolution, entre autres la fibrine, et peut-être même aussi la matière colo rante ; mais les globules du sang ne sauraient franchir cette limite.

Quant à l'analogie et aux différences entre le chyle et la lymphe, ces liquides ont cela de commun que tous deux contiennent des globules ; mais les globules de la lymphe sont fort peu abondants ; ceux du chyle le rendent blanchâtre, tandis que la lymphe est limpide et la plupart du temps incolore. Les deux liquides se ressemblent encore en ce qu'ils contiennent tous deux de la fibrine. Cependant cette substance paraît être en moindre quantité dans la lymphe, car Tiedemann et Gmelin n'ont obtenu que 0,13 de caillot sec de 100 parties de lymphe du bassin d'un cheval nourri avec de l'avoine, tandis que le chyle des vaisseaux lactés en donna 0,37. Il pourrait bien se faire néanmoins que cette différence fût purement apparente, et qu'elle tînt à la grande quantité des globules du chyle, dont la fibrine entraîne avec elle une partie en se coagulant. Mais la lymphe et le chyle diffèrent beaucoup l'un de l'autre par la quantité de graisse qu'ils contiennent, ce qui fait que le chyle, outre qu'il fournit un caillot, se couvre souvent d'une couche crémeuse. Les sels de la lymphe et du chyle semblent être à peu près les mêmes : la lymphe contient beaucoup de chlorure sodique, et exerce des réactions alcalines. Les expériences de Tiedemann et Gmelin ont prouvé que la couleur rougeâtre, fréquemment offerte par le chyle, est due à de la matière colorante du sang, car l'acide sulfhydrique la fait passer au vert. On ne saurait décider si cette hématine se forme aux dépens des aliments, parce que, dans beaucoup de cas, la lymphe de la rate offre également une teinte rougeâtre. Une autre question est celle de savoir si, dans le chyle et la lymphe de la rate, elle adhère aux globules, comme elle fait dans le sang, ou bien si elle y est à l'état de dissolution. Tiedemann et Gmelin ont constaté que, non seulement le chyle rougeâtre donnait un caillot rougeâtre, mais que le sérum lui-même avait souvent la même teinte ; cependant il est bon de se rappeler ici que le sérum du chyle est rarement clair, et qu'il contient toujours des globules ; Emmert assure même avoir vu des globules rouges dans l'eau qui avait servi à laver le caillot rougeâtre du chyle. Hewson a également remarqué des corpuscules rouges dans la lymphe rouge de la rate. Schultz (1) et Gurlt (2) ont trouvé dans le chyle, non seulement les globules chyleux, mais encore quelques globules sanguins ; ils concluent de là que la couleur rougeâtre du chyle tient à la présence de ces derniers, et qu'il commence déjà dans le chyle à se former des globules du sang.

Le chyle, tel qu'on le trouve dans le canal thoracique, diffère du sang par les caractères suivants :

1° Par l'absence de l'hématine (caractère qui n'est pas constant).

2° Par la forme et le volume de ses globules.

3° Emmert, Vauquelin et Brande l'ont trouvé alcalin ; mais Tiedemann et Gmelin disent qu'il l'est moins que le sang, et que parfois même il ne l'est pas.

4° La quantité des parties solides est moindre dans le chyle que dans le sang

(1) *System der Circulation.*

(2) *Physiol. der Haussaügethiere.*

parties de chyle n'en contiennent que 50 à 90, d'après Vauquelin, tandis dans le sang, elles s'élèvent à 216 suivant Prevost et Dumas, à 185 selon ıu. Reuss et Emmert ont obtenu de 1000 parties de sérum du sang 225 de u solide, et de 1000 de sérum du chyle 50 sèulement.

Tiedemann et Gmelin évaluent à 2,4 — 8,7 pour 100 la proportion des es solides dans le sérum du chyle, chez la brebis, le chien et le cheval; elle est ,4 à 9,9, suivant Prevost et Dumas, dans le sérum du sang de ces animaux. La quantité de la fibrine est extrêmement faible dans le chyle : 100 parties ıyle du cheval, du chien, de la brebis ont fourni 0,17 à 1,75 de fibrine sèche lemann et Gmelin. Dans les expériences de Reuss et Emmert, 1000 parties ıg de cheval en ont donné 75 de fibrine (humide?), et 1000 parties de chyle ılement.

Le chyle contient beaucoup de graisse libre, qui vient former une couche ·use à sa surface. Il n'y a pas de graisse libre dans le sang; toute celle qu'on ve est combinée, comme celle qu'on rencontre aussi dans le caillot du chyle. Le chyle contient du fer, comme le sang. Mais ce métal paraît y être engagé les combinaisons moins intimes, ce qui fait qu'on parvient beaucoup plus ent à le mettre en évidence. Suivant Emmert, la dissolution azotique de la e rougeâtre du chyle noircit par la teinture de noix de galle, et donne un pité bleu par le cyanure potassique. Le caillot lavé, puis dissous dans l'acide que, devenait brunâtre par la dissolution de potasse, et donnait un précipité par l'addition du cyanure potassique et de l'acide chlorhydrique : l'eau même on s'était servi pour laver le caillot, et au fond de laquelle on apercevait un nent de petits corpuscules rouges, offrait des réactions annonçant la présence hosphate de fer dans cette matière. Le sérum du chyle donnait également éactions caractéristiques du fer, même après avoir été dépouillé d'albu- (1). Le fer paraît être moins enchaîné dans le chyle que dans le sang, puis- ı peut l'extraire au moyen de l'acide azotique, et qu'il donne un précipité noir a teinture de noix de galle, bleu par le cyanure potassique. Mais Emmert me que celui qui existe dans les matières alimentaires de l'intestin grêle s'y e à un plus haut degré d'oxydation, parce que le liquide de l'intestin grêle hevaux est acide, et parce que le liquide filtré provenant de l'intestin du l qui était plein d'aliments digérés donna des précipités noir et bleu aussitôt qu'on y eut versé de la teinture de noix de galle et du cyanure potassique, que ces changements de couleur ne se manifestèrent dans le chyle qu'avec oup de lenteur.

rès la ligature du canal thoracique, la mort a lieu inévitablement, en quinze rney), neuf ou dix (A. Cooper), cinq ou six jours (Dupuytren, chez les che- . Quelquefois les animaux ne succombent pas, lorsqu'il existe des anasto- entre la partie inférieure et la partie supérieure du canal, ou quand il y a ıastomoses entre celui-ci et la veine azygos, comme Panizza l'a vu chez le n, comme je l'ai vu aussi, avec Wutzer, chez un homme, où enfin quand il deux canaux thoraciques, comme chez les oiseaux et les tortues (2).

Reil's *Archiv*, t. VIII, p. 167.
Cons. sur le chyle, Werner, *De modo, quo chymus in chylum mutatur*. Tubingue, 1
ıkel's *Archiv fuer die thierische Chemie*, t. I, cah. 2. — Emmert et Reuss, dans Sch

Changements que les matières alimentaires subissent dans les systèmes vasculaire, lymphatique et sanguin.

Les matières azotées, gluten, albumine végétale, gélatine végétale, caséine végétale, que contiennent les aliments tirés des plantes, ont déjà une composition analogue à celle de l'albumine animale : aussi Liebig, Dumas, Lehmann et Boussingault regardent-ils comme une chose très probable que ces substances, extraites par les organes digestifs des herbivores, passent dans le système lymphatique et dans le sang, ce qui n'autorise pas à admettre que l'amidon, le sucre, la graisse et autres matières non azotées se convertissent en albumine, dans les premières voies, ou pendant le cours de la circulation, par une addition d'azote aux principes alimentaires qui entrent déjà dans leur composition.

Mais que deviennent les substances végétales azotées qui sont déjà solubles par elles-mêmes, ou qui ont été dissoutes pendant le travail de la digestion, par exemple le sucre qui a été pris pour aliment, ou qui s'est produit aux dépens de l'amidon? La solubilité de ce sucre suffit déjà pour prouver qu'il passe dans le sang sous une forme quelconque, et qu'il n'est point entraîné avec les excréments. Quand bien même il ne serait pas pris par les vaisseaux lymphatiques, il n'en pénétrerait pas moins dans le sang, à travers les capillaires de l'intestin, comme le font toutes les substances solubles, même celles qui sont douées de qualités vénéneuses. Le seul problème à résoudre est donc celui de savoir s'il passe dans le sang à l'état de sucre ou sous une autre forme acquise dans le canal intestinal. Dans le diabète, où les reins éliminent du sucre, tout porte à croire que la circulation l'amène des aliments à ces organes, sans qu'il ait subi de métamorphose. A la vérité, on n'est pas encore bien certain d'avoir trouvé du sucre dans le sang des diabétiques; mais ce n'est pas une raison pour qu'il n'y existe pas, comme l'urée, qu'on n'y aperçoit non plus qu'après l'extirpation des reins. Les femelles de mammifères qui allaitent leurs petits sécrètent, avec le lait, du sucre qui, chez les herbivores, se forme indubitablement aux dépens des aliments non azotés, et cependant on n'en trouve pas dans leur sang, précisément parce qu'il en est sans cesse éliminé. Hors le temps de la lactation et le cas de diabète, aucune sécrétion ne contient de sucre, ni même de substances non azotées, si toutefois on excepte la bile, dans laquelle entre peu d'azote, et l'acide lactique de l'urine : d'où il suit que le sucre abandonne le corps, soit sous la forme de matériaux biliaires ou d'acide lactique, soit sous celle d'acide carbonique et d'eau.

Le sucre, pris à titre d'aliment, a été retrouvé dans le sang. Tiedemann et Gmelin ont démontré sa présence dans le contenu de l'estomac et de l'intestin d'une oie, à la nourriture de laquelle il avait servi pendant vingt-deux jours; il y en avait aussi dans le sang; mais il n'y en avait ni dans le cæcum ni dans le ...

Journ., t. V, p. 154, 691. — EMMERT, dans REIL's *Archiv*, t. VIII, p. 145. — MARCET, *Med. chir. Trans.*, 1815, t. VI, p. 618. — BRANDES, dans *Philos. Trans.*, 1812. — PROUT, *Annals of philos.*, 13, p. 12, 263. — A. MUELLER, *Dissert. exp. circa chylum*. Bonn, 1819. — TIEDEMANN et GMELIN, *Rech. exp. sur la digestion*, t. II, p. 92. — C.-F. BURDACH, *Traité de physiologie*, Paris, 1841, t. IX, p. 340. — F. Bouisson, *Études sur le chyle*, *Gazette médicale*, 1844).

(1). Bibra a également constaté sa présence dans le sang, après qu'il avait été ré en grande quantité dans l'estomac (2). Trommer, en appliquant sa méthode découvrir les moindres quantités de sucre (3), n'a pu parvenir à démontrer stence, dans le sang, du sucre de raisin pris à titre d'aliment, quoiqu'il lui soit ible de reconnaître $\frac{1}{10000}$ de ce même sucre mêlé avec le sang.

me paraît hors de doute, d'après les expériences de Tiedemann et Gmelin des oies nourries seulement de sucre ou d'amidon, que les aliments non azotés éliminés du corps sous la forme de principes constituants de la bile. Une oie à elle on ne donna que du sucre vécut vingt-deux jours; une autre vingt-sept de l'amidon sec, et une troisième quarante-quatre avec de l'amidon cuit. ès la mort de ces animaux, on trouva constamment de la bile dans le canal stinal; il s'en était même épanché dans l'estomac du troisième : le rectum conait des excréments d'un brun verdâtre, les cæcums étaient pleins d'une bouillie n vert foncé, et la vésicule du foie regorgeait de bile. Comme les principes connants de la bile sont en partie azotés, il faut admettre, avec Liebig, que les alints non azotés, en s'échappant par la voie de la sécrétion biliaire, se combinent c une substance azotée.

Composition de l'amidon, de la gomme, du sucre et de la graisse :

	Amidon. STRECKER.	Gomme. GAY-LUSSAC et THENARD.	Sucre de canne. LIEBIG.	Saindoux. CHEVREUL.
Carbone . . .	44,91	42,23	42,30	79,09
Hydrogène. . .	6,11	6,93	6,38	11,14
Oxygène. . .	48,98	50,84	51,31	9,75

Composition des acides choléique et cholinique :

	Acide choléique. DEMARÇAY.	Acide cholinique. DUMAS.
Carbone. . .	63,70	68,5
Hydrogène . .	8,82	9,7
Azote. . . .	3,25	»
Oxygène. . .	24,21	21,8

L'acide choléique de Demarçay (picromel, biline) est le principal des matériaux la bile. On peut lui enlever son azote par les alcalis caustiques, et l'on obtient l'acide cholinique, qui ressemble beaucoup aux acides gras.

Les aliments non azotés peuvent aussi être convertis en partie en acide lactique,

(1) *Loc. cit.*, t. II, p. 220.

(2) HOFFMANN, *Das Protein und seine Verbindungen*. Giessen, 1842, p. 58.

(3) Si, dans une dissolution de sucre de raisin et de potasse, on en verse une de sulfate cuique, jusqu'à ce que l'hydrate cuivrique qui se sépare vienne à être redissous, on voit, au de quelque temps, de l'oxyde cuivreux se précipiter, surtout à chaud. Un liquide qui con- 1/100000 de sucre de raisin donne encore un précipité visible lorsqu'on le fait bouillir, et liqueur qui ne contient que 1/100000 de ce même sucre montre une teinte rougeâtre d on fait tomber la lumière sur elle. Une dissolution de sucre de canne à laquelle on ajoute potasse et du sulfate cuivrique prend une couleur bleue intense. (*Monatsbericht der Akerlin*, 1841.)

ainsi que Lehmann a tenté de l'établir. L'acide lactique se rencontre dans presque tous les liquides du corps animal, tantôt libre, tantôt combiné avec de l'alcali. Il s'échappe du corps par l'urine et la sueur. Il se produit aisément par la fermentation de substances non azotées. Gay-Lussac et Pelouze ont trouvé que la fermentation du suc de betterave lui donne naissance. La même chose a lieu pour le suc de beaucoup d'autres racines, par exemple, de la carotte et de la guimauve, comme aussi, d'après Lehmann, pour celui de bouleau, de concombre et de courge. Pelouze a reconnu que la présure convertit une dissolution de sucre en acide lactique, et Fremy que le même effet a lieu quand on met de la mannite, du sucre de lait ou de la dextrine en contact, à chaud, avec des membranes animales. La composition de cet acide ressemble à celle de l'amidon :

	Amidon.	Acide lactique.	Sucre de lait.
Carbone. . .	44,91	44,90	40,00
Hydrogène . .	6,11	6,11	6,73
Oxygène. . .	48,98	48,99	53,27

La caséine du lait paraît favoriser la transformation du sucre de lait en acide lactique. Cette transformation semble aussi prendre part à la coagulation du lait par la présure ; car Simon a trouvé que la caséine pure n'est point coagulée par la membrane muqueuse de l'estomac d'un animal à la mamelle, quand il n'y a pas en même temps du sucre de lait.

Au reste, la quantité de l'acide lactique dans l'urine n'est point en raison directe de la nourriture végétale qui a été prise ; car, d'après les observations de Lehmann, elle augmente sous l'influence de la nourriture animale, et diminue beaucoup, au contraire, sous celle de la nourriture végétale. Chez les carnivores, l'acide lactique ne peut être attribué qu'à la décomposition de substances azotées ou à la métamorphose des aliments gras.

La graisse des carnivores tire son origine de celle que ces animaux ont mangée. Chez les herbivores, elle provient en partie de la graisse contenue dans les substances végétales, en partie de la conversion d'autres aliments non azotés en graisse. Liebig fonde cette hypothèse sur l'analogie qui existe entre l'amidon, le sucre et les graisses. Le saindoux contient 79 pour 100 de carbone et 11,1 d'hydrogène ; l'amidon, 44,91 de carbone et 6,11 d'hydrogène ; or ces nombres ont entre eux le même rapport que le carbone et l'hydrogène dans les diverses graisses, c'est-à-dire = 79 : 11. De là vient, suivant Liebig, qu'il suffit que l'amidon, la gomme, le sucre perdent de l'oxygène pour passer à l'état de graisse.

Cette métamorphose est prouvée par une observation de Huber, celle que des abeilles qu'il nourrissait uniquement de miel et de sucre n'en produisaient pas moins de la cire. Dumas, Payen et Boussingault avaient exprimé l'opinion inverse, que la graisse des herbivores et celle de leur lait proviennent uniquement des principes gras et huileux des plantes dont vivent ces animaux (1). Cependant Dumas et Milne Edwards ont depuis peu reconnu la justesse de l'observation faite par Huber : en conséquence, Dumas a abandonné l'opinion qu'il soutenait d'abord

(1) *L'Institut*, 1842, n° 461 ; 1843, n°s 481, 484, 488.
(2) *Ann. des sc. nat.*, t. XX, p. 174.

les carnivores, la graisse qu'ils mangent est le seul aliment non azoté qui re dans leur corps. Leur lait ne contient pas de sucre de lait, suivant Simon; excréments sont beaucoup moins teints de bile que ceux de l'homme. La e des aliments peut servir en partie à la production de la bile. Sans doute, eux sécrétions des herbivores sont susceptibles aussi d'être expliquées par lécomposition des combinaisons de protéine, qui se réduiraient en combinai- non azotées et en matériaux azotés de l'urine. Cependant, comme il est prouvé a bile et le beurre des herbivores tirent en grande partie leur origine d'ali- s non azotés, non seulement on peut très bien admettre que le même phéno- arrive chez les carnivores, mais encore tout porte à croire que les choses s'y nt réellement ainsi.

ıfin, les aliments non azotés, en tant qu'ils ne sont pas employés en totalité à écrétions et à la production de la graisse, subissent aussi une décomposition part de la respiration. La graisse accumulée dans le corps subit le même sort l'abstinence prolongée et le marasme. L'alcool des boissons spiritueuses abau- e également l'économie animale sous forme d'acide carbonique.

après une découverte faite par Woehler, les acides végétaux et les sels de ces s qui arrivent dans l'organisme avec les aliments ou les boissons, y subissent nétamorphose. Les acides végétaux sont convertis (par la respiration) en acide nique, et leurs sels se transforment en carbonates, qui abandonnent le corps ı voie de l'urine. L'acide benzoïque que les herbivores avalent avec certains ıux se convertit, suivant les observations d'Ure et de Keller, en acide uro- ïque, qui sort du corps avec la sécrétion rénale; comme l'acide benzoïque ne nt pas d'azote, sa combinaison avec une substance azotée, pour donner nais- à de l'acide urobenzoïque, est un phénomène qui vient à l'appui de l'hypo- d'après laquelle la sécrétion biliaire débarrasserait le corps des aliments non s en les faisant entrer dans une combinaison qui contiendrait de l'azote.

ignore encore ce que deviennent dans l'organisme certaines substances azo- ui ne sont pas nutritives, comme la caféine et la théine. Liebig a réuni, dans *raité de chimie organique*, les hypothèses diverses à l'aide desquelles on peut ıdre compte de leurs métamorphoses.

Fonctions de la rate, des capsules surrénales, de la thyroïde et du thymus.

s glandes sans conduit excréteur ont cela de commun qu'elles impriment un gement matériel quelconque au sang qui les parcourt, ou que la lymphe qui ovient joue un rôle particulier dans la chylification et l'hématose. En effet, le veineux et la lymphe sont les seules substances que ces organes restituent à ıomie générale.

Rate.

rate n'existe que chez les animaux vertébrés, mais elle se rencontre presque ıt dans ce grand embranchement du règne animal. Rathke et Meckel disent e manque aux poissons cyclostomes (*Petromyzon*, *Ammocœtes*). Cependant · (1) regarde comme rate un organe glanduleux qu'on remarque au cardia du

Froriep, *Notizen*, 737.

Petromyzon marinus (1). Retzius assure qu'il n'y a pas de rate chez les Myxi ce que je puis également affirmer et de ces animaux et des bdellostomes, qui tant d'affinité avec eux. Partout ailleurs on trouve la rate. Elle ne manque ni le caméléon, où Treviranus ne l'avait pas aperçue, ni chez les serpents, où Me ne l'avait pas vue non plus la plupart du temps, mais où, d'après Retzius et Ma elle est placée au voisinage du pancréas. Chez les cétacés, elle se compose de sieurs lobes, tout à fait séparés les uns des autres. Quelques espèces de squa comme le *lamna* et autres, ont également une rate divisée en un grand nom de lobules distincts, tandis que, chez d'autres espèces, elle constitue un org unique.

La rate est située, chez l'homme et les mammifères, dans le double feuillet péritoine qui, allant des faces antérieure et postérieure de l'estomac à la grand courbure du viscère, s'étend entre cette courbure, le diaphragme et le côlon tra verse. Comme cette portion du péritoine ne commence à tenir au côlon que vers quatrième mois de la vie embryonnaire, et que, jusqu'à cette époque, elle tient a péritoine de la paroi postérieure du bas-ventre, ainsi qu'elle fait pendant toute la vie chez beaucoup de mammifères, elle ne représente jusqu'alors qu'un véritable mésogastre. La rate, qui se trouve placée entre les deux feuillets, est donc primitivement logée dans le mésogastre, comme les glandes lymphatiques le sont dans le mésentère. Vient-on alors à considérer le mésentère tout entier comme partant de la ligne médiane postérieure, de même que le mésogastre part d'abord de cette ligne pour aller gagner la grande courbure de l'estomac, on s'aperçoit que, rigoureusement parlant, la rate n'est point un organe de la moitié gauche du corps, mais qu'elle se produit entre les deux feuillets du mésogastre, dans la couche musculaire. Elle ne se porte à gauche que peu à peu, lorsque l'insertion postérieure du mésogastre acquiert aussi cette direction. La rate n'est donc pas un organe du côté gauche, dont le pair manque au côté droit, de même que le foie n'appartient pas originairement au côté droit, mais bien à la ligne médiane, qui le coupe en deux.

La rate (2) est couverte d'une membrane fibreuse, qui envoie dans l'intérieur de l'organe un grand nombre de prolongements septiformes, auxquels est suspendu un tissu pulpeux et rouge, dans lequel, chez beaucoup d'animaux, on aperçoit à l'œil nu, des corpuscules blanchâtres et arrondis, dont la découverte a été faite par Malpighi. L'existence de ces corpuscules chez l'homme a été tantôt admise, tantôt révoquée en doute. Suivant Assolant et Dupuytren, ils sont, dans la

(1) D'après Schwager-Bardeleben, cet organe ressemble à la rate d'autres animaux, sa structure intime. Chez les myxinoïdes, il y a, de chaque côté du cardia, une glande jaunâtre, et sans conduit excréteur, qui offre des particularités de structure dont je parlerai loin en traitant des capsules surrénales.

(2) *Voy.* sur la structure de la rate, MALPIGHI, *De liene. Opera*, t. I, p. 101. — H *Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz.* Thionville, 1817. — MUELLER's *Archiv*, — GIESKER, *Anat. physiol. Untersuchungen ueber die Milz.* Zurich, 1835. — VOGEL, *An zum Gebrauch der Mikroskopes.* Leipsick, 1841, p. 451. — SCHWAGER-BARDELEBEN, *De dularum ductu excretorio carentium structura.* Berlin, 1841. — HENLE, *Anatomie gén.* p. 580. — SPRING, *Mém. sur les corpuscules de la rate.* Liége, 1842. — SCHLEMM, dans le *Wœrterb. der medic. Wissenschaften*, t. XXIII, p. 435. — BOURGERY, *Anatomie microscopique de la rate dans l'homme et les mammifères.* Paris, 1843.

maine, grisâtres, très mous, pleins, et d'un diamètre d'un cinquième de ligne une ligne; leur mollesse est telle, au dire de ces deux anatomistes, qu'ils se réduisent en liquide lorsqu'on les soulève avec la pointe du scalpel. Meckel les dit arrondis, blanchâtres, très probablement creux, ou du moins très mous, d'un ...ième de ligne à une ligne de diamètre, et fort riches en vaisseaux. Il est certain que des corpuscules mous et faciles à écraser se voient quelquefois chez le chat le chien, et que, dans certains cas rares, ils sont assez prononcés aussi chez l'homme. Home, Heusinger et Meckel prétend que ce sont eux qui se gonflent considérablement après que les animaux ont bu, ce dont je doute. Les corpuscules dont Malpighi a le premier fait mention chez quelques herbivores se comportent d'une tout autre manière.

On trouve, dans la rate de plusieurs herbivores (bœuf, brebis, cochon, etc.), certains corpuscules arrondis et blancs, qui ont depuis un tiers de millimètre jusqu'à un demi-millimètre de volume. Ces corpuscules sont assez durs, et fort éloignés de s'écraser quand on les comprime. Rudolphi (1), qui ne les admet que chez les mammifères, dit qu'ils s'affaissent ou s'effacent lorsqu'on les extrait de l'organe. Cette particularité ne convient pas aux corpuscules blancs dont je parle ici, qui sont parfaitement délimités, ont beaucoup de consistance, résistent à la pression, subsistent même pour la plupart après qu'on a broyé doucement le tissu de la rate. On les aperçoit bientôt, chez le cochon, la brebis et le bœuf, sur la tranche de la rate, ou mieux encore sur la surface des déchirures de l'organe, ou après avoir laissé ce dernier macérer dans l'eau pendant quelque temps; en effet, la macération ramollit la substance pulpeuse de la rate, qui devient noirâtre, tandis que les corpuscules conservent longtemps leur teinte de blanc grisâtre et leur consistance. Lorsqu'on fait macérer quelque temps un lambeau de rate, on voit qu'ils sont unis ensemble par des filaments, connexion qu'on a bien plus de peine à apercevoir dans la rate fraîche, d'où il est fort difficile d'en séparer des paquets, en travaillant, sous la loupe, avec une aiguille et des pinces.

En examinant de près ces corpuscules, on reconnaît qu'aucun d'eux n'est isolé: chacun se termine par un ou deux prolongements. Quelquefois, mais rarement, on en voit plusieurs unis ensemble, et figurant en quelque sorte les nœuds d'un bout de fil, ce qui ne les empêche pas de fournir aussi des racines très déliées. La plupart du temps ils tiennent, par de courts pédicules, à des filaments peu épais, qui sont des branches d'autres filaments, ou, ce qui est plus commun encore, ils sont implantés, par une base plus ou moins large, sur le côté de filaments rameux. Les filaments qui les unissent vont en diminuant de grosseur dans la direction des branches, et partent évidemment de cordons plus gros. Les branches sur lesquelles ils reposent présentent, sur la tranche, une ouverture que le microscope fait bien distinguer. On peut suivre ces branches jusqu'à leurs troncs, et l'on finit par arriver ainsi aux vaisseaux sanguins de la rate. Je me suis convaincu, par des injections délicates, que ces branches tiennent à celles des artères, et spécialement aux gaînes dont celles-ci sont pourvues dans la rate. Je signale d'autant plus volontiers cette circonstance, qu'elle a échappé à plusieurs observateurs. Au reste, les ramuscules les plus déliés des artères demeurent étrangers aux corpuscules, en ce sens qu'ils

(1) *Grundiss der Physiologie*, t. II, part. II, p. 175.

se distribuent pour la plupart au tissu pulpeux de la rate ; quand les injections ont bien réussi, on voit les ramuscules artériels traverser les parois de ces corpuscules plutôt que se répandre à leur surface.

Les corpuscules de Malpighi ne sont pas de simples renflements ou des excroissances des gaînes vasculaires : ils se composent d'une vésicule creuse, à laquelle la gaîne fournit une enveloppe, soit qu'ils y adhèrent par un pédicule, soit qu'ils reposent immédiatement sur sa surface. Suivant Henle, la paroi des corpuscules de Malpighi est formée seulement de granulations, et des faisceaux déliés de tissu cellulaire passent sur eux.

Les corpuscules et leurs cordons sont entourés de tous côtés par la substance pulpeuse rouge, et non contenus dans des cellules, comme le croyait Malpighi. Ils envoient dans cette substance de petites racines blanches, dont quelques unes renferment bien distinctement des ramuscules artériels.

La matière blanche et pultacée que contiennent les vésicules se compose, pour la plus grande partie, de granulations dont le volume égale à peu près celui des globules du sang, mais qui, au lieu d'être aplatie comme ces derniers, ont une forme irrégulièrement sphérique. Ces granulations, vues au microscope, ont le même aspect et le même volume que celles qui constituent la substance rouge de la rate.

Chez l'homme, les corpuscules de Malpighi sont très difficiles à observer. Je les ai vus naguère dans une rate que je faisais macérer. Schwager-Bardeleben les a trouvés dans la rate des mammifères carnassiers, et il n'y a pas longtemps que je les ai observés dans celle d'une *Chelonia*. On peut donc présumer que leur existence est générale, quoique nulle part ils ne soient si apparents ni si faciles à étudier que chez les mammifères herbivores.

La substance pulpeuse rouge se compose de granulations d'un rouge brun, égalant en volume les globules du sang, mais ayant une forme sphérique, et non aplatie. Ces granulations sont très faciles à détacher les unes des autres. Suivant Schwager-Bardeleben, elles sont renfermées, en grand nombre, dans des cellules membraneuses minces. Leur contenu est moléculaire, comme celui des corpuscules de Malpighi. Les cellules qu'il a aperçues dans la rate de tous les animaux ne sont pas, suivant lui, essentiellement différentes des corpuscules de Malpighi. Cependant les corpuscules de Malpighi des herbivores se distinguent de la pulpe rouge et molle par leur couleur et leur consistance.

Des artères d'une finesse extrême se répandent dans la masse pulpeuse de la rate et aboutissent à des canaux veineux, unis ensemble par de nombreuses anastomoses, et dans lesquels le sang parvient avant d'atteindre le tronc veineux de l'organe. Les réseaux veineux, qui sont assez forts, paraissent avoir des parois extrêmement délicates. En examinant avec soin un lambeau de pulpe de la rate, on voit que cette pulpe est comme percée à jour, et qu'elle forme en quelque sorte un réseau de filaments rouges, dont le diamètre surpasse celui des espaces et canaux compris entre eux. Ce sont ces canaux veineux qui, lorsqu'on souffle de l'air dans les veines de la rate, donnent à la substance pulpeuse une apparence spongieuse. Lorsqu'on injecte de la cire dans les veines, la rate prend l'aspect des corps caverneux du pénis. Il n'y a point ici de cellules sanguines. La substance rouge de la rate, que des canaux veineux coupent et percent en tous sens, est si molle et si

uctible, que toutes ses parcelles ont besoin d'un soutien, qui leur est fourni es prolongements fibreux de la capsule de l'organe (1).

ı seule chose qu'on sache, relativement aux fonctions de la rate, c'est qu'elle ıas beaucoup d'importance dans l'économie animale ; car, d'après les observa- › d'un grand nombre d'expérimentateurs, elle peut être extirpée sans incon- ɜnt notable. Dupuytren a remarqué une plus grande voracité chez les chiens avaient subi l'opération; Mayer (2), l'augmentation de volume des glandes ›hatiques; Tiedemann et Gmelin, la tuméfaction de la thyroïde, ce qui, dans les cas, n'est point un phénomène constant, car il ne s'est point offert à wager-Bardeleben. Tiedemann et Gmelin regardent aussi comme une particularité

) M. Kœlliker a publié récemment un remarquable mémoire, duquel il résulte : 1° Que les cles qu'on avait regardés jusqu'ici comme formés de *fibres lisses* sont composés de cellules allongées, portant un noyau allongé, dont la direction est parallèle à celle de la cellule ; |ue ces cellules allongées, nommées par Kœlliker, *fibres cellules musculaires*, se trouvent s un très grand nombre d'organes ou de parties d'organes. M. Kœlliker a constaté l'existence ces fibres cellules dans le mamelon et son aréole, dans le derme, dans l'intérieur du globe laire (muscle de Crampton, etc.), dans le tube digestif, dans la vessie, dans une partie de rostate et aussi du vagin, dans les artères, les veines et les lymphatiques, dans les uretères, ètre, les trompes, l'utérus, le dartos et les conduits déférents, dans la trachée et les bron- s, enfin dans la rate et plusieurs autres organes.

i ces fibres cellules méritent la qualification de musculaires, elles doivent être contractiles, es tissus où elles se trouvent en quantité suffisante doivent posséder la contractilité. Conduit cette idée, M. R. Wagner a cherché si la rate pouvait se contracter sous l'excitation galva- ie. Les trabécules de cet organe, et même, chez certains animaux, sa membrane d'enveloppe fibreuse, sont composées de fibres cellules. On savait depuis longtemps que la rate était tractile : M. Defermon avait signalé les singulières contorsions de cet organe sous l'influence a strychnine; M. Wagner a obtenu des contractions non douteuses par l'excitation galva- ue.

ur l'invitation de M. Rayer, des expériences on été faites à ce sujet devant la Société de biologie M. Cl. Bernard et plusieurs autres membres. Deux chiens ayant été pris, un fut empoisonné de la strychnine, après qu'on eut mis la rate à nu, sans léser son pédicule vasculaire. On ura les diverses dimensions de l'organe, et, lorsque l'animal, saisi de convulsions tétaniques, près de mourir, on mesura de nouveau sa rate; on ne trouva qu'une très légère diminution volume, qui pouvait d'ailleurs tenir à une diminution dans la quantité de sang circulant dans gane ; mais il parut évident à plusieurs des assistants que la surface de la rate avait changé pect et, de lisse, était devenue chagrinée et que ses bords avaient changé de forme. Cette érience, comme on voit, n'a pas donné des résultats très tranchés; cependant il ne faudrait en conclure que la rate est peu ou n'est pas contractile sous l'influence de la strychnine ; et, la rate employée dans cette épreuve a présenté des ulcérations pathologiques.

n mit ensuite à nu la rate de l'autre chien, en évitant de léser son pédicule vasculaire. Les nsions de l'organe ayant été prises, on appliqua les conducteurs d'un appareil électro-ma- ique énergique sur les deux extrémités de la rate. Après plusieurs minutes d'excitation, on nnut que la longueur de la rate avait diminué de 2 à 3 centimètres. Cette expérience fut ré- e plusieurs fois avec un résultat analogue. En faisant passer le courant dans le sens trans- l de l'organe, on trouva aussi une diminution incontestable de la largeur. Cela fait, on le pédicule de la rate, et on la suspendit par sa grosse extrémité à l'un des conducteurs ppareil électro-magnétique. On vit alors, à plus de vingt reprises et à chaque application utre conducteur sur la petite extrémité de la rate, un mouvement très manifeste d'ascen- et de torsion de l'organe, surtout au voisinage de cette dernière extrémité. (*Comptes rendus Société de biologie*, 1849, p. 156.) É. L.

) *Med. chir. Zeitung*, 1815, t. III, p. 189.

non essentielle et inconstante l'accroissement de la sécrétion urinaire, que quelqu personnes disent avoir remarquée après l'extirpation de la rate. Ils n'ont égaleme pas vu les troubles de la digestion, dont parlent Mead et Mayer. La bile n'est p non plus sécrétée en plus grande abondance, et c'est à tort qu'on a dit qu'elle d venait fort amère, qu'elle acquérait une couleur plus foncée. Tiedemann et Schwag Bardeleben ne se sont pas aperçus que l'appétit vénérien fût devenu plus vif ch les mammifères qui avaient été soumis à l'opération.

Nous ne nous arrêterons pas longtemps à réfuter les hypothèses qui ont été im ginées touchant les fonctions de la rate, car les unes reposent sur des suppositio inexactes, et, quant aux autres, on ne peut alléguer de preuves ni en leur fave ni contre elles.

Aucune des hypothèses qui supposent une relation essentielle entre la rate et l foie ne saurait se maintenir. Dœllinger considérait la rate comme le produit d'u formation symétrique, et en quelque sorte comme un second foie qui ne s'était p développé à gauche. Or le foie est parfaitement symétrique dans le principe, et rate elle-même l'est aussi, puisque, ainsi que je l'ai déjà dit, elle se forme dan couche vasculaire des feuillets du mésentère, c'est-à-dire dans le mésogastre. De que la veine splénique aboutit à la veine porte, on ne peut pas conclure qu'e prédispose le sang à la sécrétion biliaire, puisque ses rapports avec cette veine n diffèrent pas de ceux du système chylopoiétique tout entier, et que, chez les an maux vertébrés inférieurs, la veine porte reçoit aussi les veines des membres inférieurs, et, chez les poissons, celles des parties génitales et de la vessie natatoire. D'ailleurs, l'extirpation de la rate ne porte aucune atteinte à la sécrétion de la b suivant Schwager-Bardeleben. On a parlé sans nulle preuve d'une désoxygéna que le sang subirait dans la rate. D'autres veulent qu'elle aide à la sécrétion du s gastrique, parce que, assurent-ils sans le démontrer, elle reçoit moins de s pendant la digestion. Lieutaud et Moreschi voyaient en elle un réservoir de s pour l'estomac, soit parce que l'estomac qui digère attire plus de sang, soit parc que la pression de ce viscère, quand il est plein, empêche l'artère splénique d fournir autant de sang, ce qui ne pourrait s'appliquer aux animaux chez lesquel la rate n'est pas voisine de l'estomac. Dobson a émis une hypothèse analogue (1 Suivant lui, la rate se gonfle au moment où la formation du chyle est à sa fi c'est-à-dire qu'elle atteint le maximum de son volume cinq heures après le repas douze heures après le même repas, elle est petite et contient moins de sang. Comm l'organisme contient plus de sang à la suite d'un repas qu'en tout autre mome et que les vaisseaux sanguins ne peuvent pas recevoir ce surplus sans inconvénie la rate est destinée à lui servir de réservoir; elle augmente alors de volume, p diminuer ensuite à mesure que les sécrétions restreignent la masse du sang. L prémisses de cette hypothèse ne me paraissent pas prouvées, et la structure de l rate annonce qu'elle a des rapports moins mécaniques avec l'hématose.

Dobson a confirmé l'observation faite par Magendie, que le volume de la ra augmente lorsqu'on injecte des liquides dans les veines. Un organe d'un tis aussi mou que celui de la rate, et dont le système vasculaire est si extensible, do certainement, et par des causes purement mécaniques, se gonfler plus q

(1) *Lond. med. and phys. Journ.*, oct. 1820.

s lorsque les vaisseaux sanguins contiennent plus de liquide qu'à l'ordinaire. es personnes ont remarqué le gonflement de la rate après l'usage des bois- t Home était même allé jusqu'à croire que les liquides passaient par des connues de l'estomac à la rate, puis de celle-ci à la vessie, opinion à laquelle lleurs renoncé depuis.

ains auteurs parlent d'un gonflement des corpuscules de la rate chez les x qui ont avalé beaucoup d'eau. Cette assertion ne mérite pas qu'on s'y car les corpuscules de Malpighi ne sont pas assez faciles à observer pour puisse établir à cet égard des comparaisons capables d'inspirer confiance.

me paraît pas prouvé que, comme l'a dit Defermon (1), l'usage de cer- substances change le volume de la rate ; que, par exemple, celle-ci diminue influence de la strychnine, du camphre, de l'acétate de morphine.

fonction de la rate consiste vraisemblablement, ou à déterminer, dans le ui traverse son tissu, un changement inconnu, au moyen duquel elle con- à l'hématose, ou à sécréter une lymphe particulière qui contribue à la chy- ion, en se mêlant au reste de la lymphe. Il n'y a que les veines ou les vais- lymphatiques qui puissent effectuer le transport de la matière organique à lle la rate a fait subir une métamorphose. La seconde hypothèse est celle lopte Tiedemann. On ignore laquelle des deux est exacte, et l'on sait encore s en quoi consiste le changement que la rate imprime à la matière animale.

sang de la veine splénique ne diffère pas de celui des autres veines, d'après mann, Gmelin et Bardeleben, quoique le contraire ait été soutenu par d'an- auteurs, et même, dans ces derniers temps, par Autenrieth (2). D'un autre Schultz (3) a trouvé le sang de la veine porte plus foncé en couleur que re sang veineux, et plus noir quand l'animal était à jeun que dans le cas con- ; les sels neutres et l'air atmosphérique ne le rendent pas vermeil ; son caillot oins ferme, et il contient moins de fibrine et d'albumine, mais plus de graisse, e confirme F. Simon.

wson avait pensé que la rate, comme les glandes lymphatiques et le thymus, stinée à sécréter, du sang artériel, un suc qui, mêlé avec la lymphe, sert à ire les globules du sang (4). Hewson, Tiedemann, Fohmann et Seiler ont vu, que moi, la lymphe splénique rougeâtre en quelques circonstances ; ce n'est dant point un phénomène constant. Dans tous les cas, les globules du sang uent de se produire après l'extirpation de la rate. On ignore quel rapport les es sans conduit excréteur peuvent avoir les unes avec les autres. Les expé- s de Bardeleben nous apprennent que la thyroïde ne se tuméfie pas après tion de la rate ; que les capsules surrénales, le thymus et les glandes lympha- s n'augmentent pas de volume après qu'on a enlevé à la fois la rate et la thy- ; ces diverses parties ne témoignèrent pas du moindre changement dans leurs ons ; les globules du sang et la quantité du caillot étaient absolument les s qu'à l'ordinaire (5).

Nouv. Biblioth. méd., mars 1824.
Physiologie, t. II, p. 77.
Rust's *Magazin*, 1835, p. 325.
Op. posth. s. rubrarum sanguinis particularum thymi et lienis descriptio, 1786.
Bourgery a proposé dernièrement (*Anatomie microscopique de la rate*, Paris, 1845), sur

Mayer a observé que la rate se reproduit chez les ruminants et chez les oiseaux, après avoir été extirpée. Au bout de quelques années, on retrouvait un corps du volume d'une glande lymphatique à l'endroit qu'elle occupait jadis. C'est chez les oiseaux que la reproduction a eu lieu avec le plus de promptitude; un an a suffi pour cela.

Capsules surrénales.

Ces organes existent chez l'homme, les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les squales, les raies, les myxinoïdes (1). Retzius les a observés chez les serpents et les plagiostomes. Nægel en a trouvé des traces chez les crocodiles, les tortues, les serpents. Lui et Retzius considèrent comme capsule surrénale, chez la grenouille, non pas le corps adipeux, mais une languette de substance grenue et jaune qui se voit à la surface antérieure du rein.

Les capsules surrénales sont composées d'une substance médullaire spongieuse

les fonctions de la rate, une hypothèse qui consiste à admettre dans cet organe deux systèmes différents, savoir : 1° un appareil sécrétoire vésiculaire, opérant directement sur le sang artériel, mais dont le produit est repris en partie par les lymphatiques et en partie par les veines; 2° un appareil lymphatique, travaillant d'une part sur le sang qui lui est fourni par les nombreuses artérioles glandulaires, d'autre part sur les résidus liquides de l'élaboration de l'appareil vésiculaire, qui lui sont apportés par les lymphatiques. Les résidus veineux des deux appareils se rendent dans le foie, tandis que le résidu des glandes lymphatiques est transporté dans l'appareil du même nom. Bourgery pense que les deux portions dans lesquelles se partage le liquide fabriqué, suivant lui, par les vésicules spléniques, ont pour destination finale de servir à l'hématose. L'une, absorbée par les lymphatiques et travaillée de nouveau par les glandules spléniques, irait se confondre avec les produits hétérogènes de l'appareil lymphatico-chylifère, pour être versée en commun dans le sang veineux de la circulation générale. L'autre, absorbée par les veines, ne serait que préparatoire à une ou plusieurs autres élaborations ayant leur siége dans le foie. Quant à la détermination spéciale du genre d'élaboration opérée par les organes spléniques, il leur attribue : 1° de modifier les éléments organiques du sang ou d'en former directement les globules; 2° de fixer dans ce liquide un principe excitateur des centres nerveux; 3° d'élaborer un sang veineux préparatoire aux fonctions du foie, mais seulement au même titre que celui des autres organes de l'abdomen. — Donné, à la suite d'injection de lait dans les veines des animaux, a trouvé que le sang contenu dans les gros vaisseaux de la rate n'offrait rien de bien remarquable (*Cours de microscopie*, p. 99), mais que celui qu'on obtenait par expression était tellement riche en globules blancs, que le nombre de ceux-ci l'emportait presque sur celui des globules sanguins parfaits. En outre, les globules blancs y étaient, d'une manière évidente, à tous les degrés de formation et de développement, et l'examen de ce sang lui semblait ne laisser aucun doute sur la transition qu'il a observée des globules blancs aux globules rouges, et sur les phases successives par lesquelles passent les globules blancs pour parvenir à l'état de globules sanguins parfaits. Donné est donc disposé à croire que la rate est le laboratoire où s'opère cette transmutation. (*Note du trad.*)

(1) Les capsules surrénales des myxinoïdes sont des glandes jaunâtres, blanches, lobées, qu'on trouve de chaque côté, derrière les branchies, près de la fin de l'œsophage. Les plus petits lobules sont réunis en paquets par leurs vaisseaux sanguins. Chacun d'eux est allongé et se compose de deux séries de cellules cylindracées, à noyau, qui ressemblent à celles de l'épithélium cylindrique. Ces deux séries s'infléchissent l'une vers l'autre et se confondent ensemble à l'extrémité du lobule. Entre elles deux, se voient les vaisseaux sanguins, avec du tissu cellulaire. Je range également ici certains petits corps blancs et piriformes, que Rathke a trouvés sur les veines caves, de chaque côté du corps, à la partie supérieure de la cavité abdominale, chez l'Ammocœtes, et que j'ai observés aussi.—*Sur la structure des capsules surrénales*, Voy. MÜLLER's *Archiv*, 1836, p. 365.

e couleur foncée, et d'une substance corticale jaune, formée elle-même de es perpendiculaires. Lorsqu'on trouve une cavité dans leur intérieur, c'est ours la veine surrénale. J'ai reconnu que les artérioles et les veinules affectent disposition toute particulière dans la substance corticale. Elles ont la forme ubes très petits, droits, parallèles, ayant tous le même diamètre, rangés les à côté des autres avec une admirable régularité, marchant en ligne droite de urface vers l'intérieur, et presque aussi grêles que les capillaires ordinaires. on injecte, soit les artères, soit les veines, on obtient toujours les mêmes vais-ıx perpendiculaires, avec des mailles fort allongées. Sur la surface extérieure de gane se trouve un réseau capillaire ordinaire, dont les tubes ne sont guère plus its que ceux de la substance corticale. Toutes les veinules perpendiculaires se sent dans le tissu veineux de la substance médullaire. Celle-ci est très spon-use; elle se compose en grande partie d'un tissu veineux, qui dégénère en nches de la veine surrénale; cette dernière est assez ample dans l'intérieur de gane, et l'on peut, en y poussant de l'air, insuffler le tissu spongieux. Cette cture, facile à mettre en évidence par des injections soignées, est la même : le bœuf, le veau, la brebis et le cochon que chez l'homme; les capsules sur-les n'offrent de différence qu'au point de vue de leur configuration et de leur ace. Henle a trouvé, dans leur substance, des cellules de forme irrégulière, an-uses, coniques, comme des globules ganglionnaires, serrées les unes contre les es, et formant ici des cordons, là des amas arrondis ou des lobules, qui ne peut-être qu'en apparence produits par des enroulements de cordons. On voit, la substance corticale, des utricules d'un diamètre de 0,012 à 0,030 ligne, nativement plus épais et plus minces, et remplis d'une masse grenue qui ne it pas être encore séparée en cellules distinctes, mais forme un tout continu, lequel sont renfermés les noyaux.

a fonction des capsules surrénales est inconnue. Consisterait-elle à faire subir hangement particulier au sang qui traverse le tissu vésiculaire de la substance cale avant de se rendre à la veine surrénale? Pour savoir à quoi s'en tenir, il rait lier la veine surrénale chez les animaux vivants, ce qui est facile du côté he, et examiner le liquide qu'on trouverait dans son intérieur et dans celui a capsule. On a prétendu, peut-être sans fondement, que les capsules surré-s étaient les organes qui manquaient le plus souvent chez les monstres acéphales. es recherches de Meckel, confirmées par les miennes, ont appris que, chez bryon humain, les capsules surrénales sont d'abord plus volumineuses que reins, et qu'elles couvrent même ces organes, comme il arrive, par exemple, un embryon long d'un pouce. Ce n'est qu'à dater de la dixième à la douzième aine que les reins les égalent en volume. J'ai reconnu que cette différence de leur n'avait lieu chez les mammifères à aucune époque de la vie intra-utérine. Capsules surrénales n'ont aucune relation avec l'appareil urinaire: dans des ù le rein gauche se trouvait à droite, par l'effet d'une transposition, j'ai trouvé psule gauche à sa place accoutumée; elle n'avait non plus subi aucun change-dans d'autres circonstances où le rein gauche était atrophié (1).

M. Ecker (*Annales des sc. nat.*, t. VIII, p. 102) a publié un travail sur les corps surré-travail dont voici les conclusions :

La structure intime des corps surrénaux est la même dans les quatre classes des vertébrés.

Thyroïde.

La substance de cet organe (1) renferme un grand nombre de petites cellules, pleines de granulations qui elles-mêmes en contiennent d'autres plus petites encore. Ces cellules deviennent plus volumineuses dans le goître, et se remplissent d'une matière translucide, qui a beaucoup de tendance à se solidifier.

On ignore quelle est la fonction de la thyroïde.

2° Partout on trouve des *vésicules glandulaires closes*, formées d'une membrane anhiste, et renfermant une substance granuleuse.

3° Ce contenu comprend :

a. Un plasma riche en albumine, mêlé de *granules* très petits et très nombreux d'albumine concrète.

b. Des *cellules* et des *noyaux*. Ces derniers, ou bien sont compactes et parsemés de granules, ou bien ce sont des vésicules munies d'un ou de deux nucléoles (cette dernière forme se rencontre chez les poissons, et, pendant le jeune âge, chez l'homme et les mammifères). Ces noyaux sont ou bien librement plongés dans la masse granuleuse, ou bien ils ont une enveloppe, et souvent la surface de cette dernière se condense de manière à former une membrane cellulaire. Toutes les cellules des corps surrénaux se forment de la sorte au lieu d'un amas de granules qui renferme un noyau.

c. La vésicule glandulaire renferme enfin de nombreuses *particules graisseuses*. Chez beaucoup d'animaux, par exemple chez les mammifères carnassiers, chez les oiseaux et chez les batraciens, une couche de particules graisseuses enveloppe étroitement des cellules.

4° *Les vésicules glandulaires sont le résultat du développement de cellules simples.* Les noyaux se multiplient par génération endogène, probablement par scission de noyaux primitifs, et la membrane cellulaire, en s'étendant, devient membrane glandulaire. Nous connaissons donc à présent trois modes de formation de cavités glandulaires :

a. *Par fusion de cellules ;*
b. *Par les espaces intercellulaires ;*
c. *Par l'accroissement et la distension de cellules simples.*

5° Sans cesse de nouvelles vésicules naissent des cellules ; sans cesse aussi les anciennes vésicules disparaissent.

6° Un réseau vasculaire entoure les vésicules glandulaires.

7° Dans tous les vertébrés, à l'exception des mammifères et de l'homme, les vésicules composent toute la substance de l'organe. Chez les mammifères et chez l'homme, les corps surrénaux se composent de deux substances, et la substance corticale seule renferme des vésicules ; chez le cheval, toutefois, il s'en trouve aussi dans la substance médullaire. Dans la substance corticale, les vésicules sont en général allongées, rangées bout à bout, et simulent fréquemment, par leur disposition, des tubes. La substance médullaire est un réseau de fibres conjonctives, de vaisseaux et de nerfs excessivement nombreux. Les mailles de ce réseau sont occupées par une masse pareille à celle qui est contenue dans les vésicules de la substance corticale.

8° Chez les serpents, les corps surrénaux ont des veines efférentes et des veines afférentes.

9° Chez l'homme seul, le corps surrénal est relativement plus développé pendant les premiers âges de la vie.

10° Les éléments de la glande fournissent une humeur riche en protéine et en graisse, destinée à être versée dans le système vasculaire, soit par exosmose, soit par déhiscence des vésicules glandulaires. Son usage se rapporte à la nutrition en général. É. L.

(1) Henle, *Anatomie générale*, t. II, p. 579. — Bardeleben, *loc. cit.*, p. 18.

Thymus.

'est chez le fœtus que ce corps (1) a, proportion gardée, le plus de volume. Il t encore après la naissance, et demeure volumineux pendant la première an- de la vie ; ensuite il diminue peu à peu, et à l'époque de la puberté il a presque jours disparu entièrement. Le thymus du veau est composé de lobules d'une ndeur diverse. Chacun de ces lobules est formé par de nombreuses cellules rétoires, et par des cavités plus amples, ou réservoirs. Chez l'homme, les plus s lobules ne dépassent pas le volume d'un pois. En examinant avec attention, reconnaît, d'après A. Cooper, que les lobules, quand ils ont été écartés les uns autres, sont réunis en manière de chapelet. Pour observer la structure intime, ut enlever une couche superficielle d'un lobule, ou de plusieurs lobules à la ; on aperçoit alors une multitude de petites cavités, qui contiennent un liquide c fort abondant. Le liquide coule de ces cavités dans un réservoir commun divers lobules, et que tapisse une membrane délicate. On remarque, à la face ne du réservoir, de petites ouvertures, qui conduisent dans des espèces de les, par lesquelles les cavités des lobules communiquent avec le réservoir. tefois ces ouvertures ne sont pas aussi nombreuses que les lobules, car plu- rs de ceux-ci aboutissent à une seule et même poche. Suivant Cooper, chaque ne de thymus de veau renferme un gros vaisseau lymphatique, qu'on parvient ment à injecter, et qui s'abouche dans la veine cave supérieure, à la jonction deux jugulaires. Cependant il n'est pas prouvé que les vaisseaux lymphatiques nt aucune communication avec les cavités de la glande.

Henle a trouvé, dans le thymus, des vésicules d'un diamètre de 0,016 ligne, qui ient formées d'une membrane délicate, et entièrement remplies de granula- is. Bardeleben a vu, dans chaque lobule, une cavité sphérique contenant des nules : il n'a pu apercevoir ni canaux de jonction ni réceptacle commun.

Le contenu des lobules du thymus se coagule par l'alcool, les acides minéraux a chaleur. La dissolution de potasse caustique le convertit en une substance nte. Il contient, sur 100 parties, 16 de substance solide. Les sels sont du orure et du phosphate potassiques, avec du phosphate sodique, et des traces cide phosphorique. Cette substance ne paraît pas contenir de fibrine, ce qui la ingue de la lymphe et du chyle.

Si l'on en juge d'après les recherches anatomiques de Cooper, le thymus four- nit une substance particulière, riche en albumine, que les lymphatiques con- raient dans les veines. Les hypothèses qu'on pourrait imaginer pour expliquer mment cet organe contribue à la formation du sang, chez le fœtus et l'enfant, paraissent conduire à rien de satisfaisant.

Tyson (2) suppose que, chez le fœtus, le thymus sert à détourner des poumons ang qui, après la naissance, se porte à ces organes. Toute hypothèse dans elle on ne considère le thymus que comme un organe fœtal, sans avoir égard n existence chez l'enfant, est évidemment insuffisante (3).

(1) A. Cooper, *Anat. du thymus*. Paris, 1832. — Henle, *loc. cit.*, t. II, p. 578. — Barde- len, *loc. cit.*

(2) *Lond. med. and surg. Journ.*, janvier 1833.

(3) M. Ecker (*ib.*), étudiant les corps surrénaux, a jeté un coup d'œil sur les organes ana

CHAPITRE VII.

De l'excrétion des substances décomposées.

La vie est accompagnée d'une décomposition continuelle de la matière organique, dont j'ai examiné les causes ailleurs (p. 32 et 343). L'action de stimulants extérieurs est nécessaire pour que la vie se manifeste. Ces stimulants agissent en déterminant un changement dans la composition matérielle, et la production de

logues : « Jusque dans ces derniers temps, dit-il, on considérait les glandes sanguines ou ganglions vasculaires, comme des organes constitués seulement par des vaisseaux sanguins et lymphatiques. Que l'on consulte les ouvrages d'anatomie les plus récents, et l'on verra presque partout que telle est la manière de voir générale. A l'exception de la rate, on ignorait entièrement l'existence, dans cet organe, d'éléments analogues à ceux des glandes proprement dites, et, anatomiquement, rien n'autorisait à appliquer cette dénomination aux ganglions vasculaires. Était-elle au moins justifiée par nos notions physiologiques? Pas davantage. Ce qui, avant tout, fait penser que les glandes vasculaires sont des organes sécréteurs, c'est la grande quantité de sang qui vient s'y distribuer, quantité beaucoup trop considérable pour qu'on pût la croire destinée uniquement à la nutrition de l'organe; force était d'admettre qu'il y était apporté pour un but intéressant l'économie entière. Mais il est clair que cette considération ne suffit pas pour faire ranger parmi les glandes les organes en question; et voilà pourquoi on en revenait toujours à ne voir en eux que des pelotonnements de vaisseaux ayant des attributions purement mécaniques. Cet état de la question réclamait de nouvelles recherches anatomiques. Il s'agissait de déterminer, à l'aide de moyens d'investigation perfectionnés, s'il existe entre les glandes vasculaires et les glandes véritables une analogie réelle de structure qui pût justifier l'analogie de fonction admise comme hypothèse. On sait qu'on y cherche vainement un conduit excréteur; les recherches anatomiques anciennes ne réussirent à trouver que des vaisseaux. Il était réservé aux études microscopiques modernes de répandre la lumière sur cette partie de la science. Les éléments essentiels entrant dans la composition d'une glande proprement dite sont les suivants : 1° la membrane glanduleuse, mince, anhiste, est façonnée en cavités de diverses formes, vésicules ou canaux ; ces cavités, ou bien s'ouvrent à l'extérieur, ainsi qu'on l'observe dans les *glandes à canal excréteur permanent*, ou bien elles sont closes et ne s'ouvrent que périodiquement; les ovaires, les vésicules de la muqueuse intestinale, fournissent des exemples de ces *glandes à canal excréteur temporaire;* 2° un réseau capillaire repose sur la membrane glanduleuse; 3° des cellules et des noyaux, ou bien recouvrent la face interne de la membrane en question, ou bien en remplissent entièrement la cavité. Ce sont ces éléments dont il s'agissait de démontrer l'existence dans les glandes vasculaires sanguines, pour pouvoir désormais les ranger parmi les glandes. La présence des cellules et des noyaux a déjà été établie par les recherches de Henle. La disposition des vaisseaux est assez bien connue; seulement leurs rapports avec la membrane vasculaire ont échappé à l'attention des observateurs, parce que l'on n'examinait, en général, que des préparations sèches. Restait à découvrir la membrane vasculaire pour compléter la démonstration de la nature glanduleuse des ganglions vasculaires. Dès longtemps on a signalé, dans la *glande thyroïde*, des vésicules ou cellules remplies de liquide, et l'on se demandait si ce sont des formes normales ou pathologiques. On est certain aujourd'hui que ce sont, dans la plupart des cas, de véritables vésicules glanduleuses, distendues, pouvant même acquérir des dimensions fort considérables, et constituer une variété fréquente du goître. Nous devons la connaissance de ces vésicules normales à Bardeleben (*De glandul. duct. excretor. carent. struct.*, Berlin, 1841), qui ne réussit pas toutefois à démontrer nettement l'existence indépendante de la membrane glandulaire. Ces vésicules, d'après nos recherches, ont ordinairement un diamètre de millimètre 0,05 à 0,10, et renferment des noyaux de millimètre 0,003, qui, ou bien recouvrent seulement la face interne de la paroi vésiculaire, ou bien en remplissent

ıaisons d'un ordre plus élevé implique de toute nécessité l'expulsion de 'entre les matériaux des combinaisons décomposées qui sont devenues inu- lais la conversion des aliments en sang exige aussi que ce qui n'a pas pu soit éliminé. Les appareils chargés, non pas de former, mais seulement

:. Rarement des cellules entourent ces noyaux; les vésicules occupent les mailles d'un le tissu unissant, dans lequel se ramifient les vaisseaux, pour étaler ensuite leurs réseaux et serrés sur les vésicules mêmes. Dans le *thymus*, l'existence de la membrane glandu- été mise hors de doute, principalement par un remarquable travail de Simon (*A phy- al essay on the thymus gland*, Londres, 1845). Ici cette membrane forme ordinairement nde cavité commune, sur laquelle bourgeonnent une foule de follicules. Dans la rate, ules glandulaires sont connues depuis longtemps. Les vésicules de Malpighi ne sont pas ıose; mais on avait des doutes sur l'existence, autour de ces corpuscules, d'une mem- andulaire propre, chez les mammifères surtout. Nous avons pu nous assurer, d'une ma- ɔsitive, de la présence de cet élément chez les mammifères aussi bien que chez les » (Voyez pour les *Capsules surrénales*, p. 509, note 1.)

'alisant et étendant ces aperçus, M. Robin (*Tableaux d'anatomie*, p. 10) a donné une ınatomique et physiologique de ces organes. «On avait méconnu, dit-il, plusieurs des *s portes*, *vaisseaux portes*, ou de petite circulation. Il y en a pour chaque fonction nu- 't non pas seulement pour la digestion. Chacun présente à son tour, comme annexe, glandes vasculaires ou sans conduit excréteur, qui, jusqu'à présent, n'ont été rattachées déjà, par conséquent, cesse l'isolement apparent du mieux connu de ces appareils, iso- ui paraissait, à juste titre, si singulier. Déjà s'établit une relation entre eux et leurs ;, et, comme conséquence, une relation entre l'existence des glandes vasculaires qui annexées, et leurs usages si mystérieux en apparence. Ces appareils et les glandes an- ont :

'*appareil porte intestinal* ou *hépatique*, qui a pour annexe la *rate*, que ses petites avec épithélium nucléaire rapprochent des autres glandes vasculaires, et dont le sang r est versé dans la veine porte. La rate a en outre un autre usage qui lui est spécial, servir de *diverticulum*.

appareil porte rénal, qui n'a de vaisseau spécial que chez les poissons, les batraciens et les et même aussi chez les oiseaux, si Jacobson a raison contre Meckel et Cuvier; tandis z les mammifères, il a *deux usages*, celui de porter le sang au cœur et de le rapporter par jouant alors le rôle de *veine porte rénale* indirecte. Cet appareil porte rénal ne pouvait ınnu avant les découvertes de M. Cl. Bernard sur ce reflux du sang vers le rein. Si Ja- tort d'admettre une veine porte spéciale chez les oiseaux, et, par suite, chez tous les , il est probable que leur veine cave forme aussi, dans une partie de sa longueur, une *rte rénale* comme chez les mammifères. Les *capsules surrénales* et organes analogues mpagnent toujours le rein, sont les glandes vasculaires annexées à cet appareil porte, ıg qui en vient est nécessairement reporté dans le rein, puisqu'il tombe dans ses *vais- rtes*.

'*appareil pulmonaire*, ou petite circulation proprement dite, qui a les caractères géné- précédents chez les mollusques céphalés et acéphales, et qui présente une plus grande tion chez les céphalopodes et vertébrés, par interposition du cœur droit entre les veines érieures et l'artère pulmonaire ou branchiale, mais qui ne porte toujours que du sang les poumons, et, comme les autres, du sang modifié vers le cœur artériel. Il a le *thy- ı thyroïde* pour glandes annexées, organes dont le sang retourne nécessairement aussi on seul, puisque, tombant dans la veine cave supérieure ou ses aboutissants, il va à e, puis au ventricule droit, et puisque M. Cl. Bernard a montré que le sang qui tombe eine ne reflue pas dans la veine cave inférieure.

:s *vaisseaux lymphatiques*, qui sont en quelque sorte un *appareil porte* pour l'appa- latoire général, et dans lequel, comme pour les autres appareils portes, le liquide es extrémités vers le cœur, par *vis a tergo*, par trop-plein. Cet appareil ne se jette, par létour, dans les veines sous-clavières, que chez les animaux dont le sang reflue vers le.

d'excréter ces produits de décomposition, sont la peau et les reins. Nous allons examiner ici ces excrétions ; quant aux conditions organiques de toutes les sécrétions et excrétions, elles ont été exposées précédemment (p. 383).

J. Dalton (1) a fait sur lui-même des expériences ayant pour but de comparer la quantité des aliments pris par une personne en santé avec celle des diverses excrétions. La première série d'expériences dura quatorze jours, pendant lesquels la consommation journalière, en substances solides et liquides, fut, terme moyen, de 91 onces, ou d'à peu près 6 livres (*avoir du poids*). La totalité de l'urine excrétée pendant le même laps de temps fut de 680 onces, et celle des excréments de 68 : ce qui fait par jour, terme moyen, 48 $\frac{1}{2}$ onces d'urine et 5 de matières fécales, en tout 53 $\frac{1}{2}$ onces. Comme la consommation journalière était de 91 onces, il avait fallu, le poids du corps restant le même, que la transpiration par la peau et les poumons s'élevât à 37 $\frac{1}{2}$ onces. Cette première série d'expériences avait eu lieu au mois de mars ; la seconde fut faite en juin, et la troisième en septembre. Pendant l'été, la somme des excrétions solides fut moindre de 4 onces ; mais celle des excrétions liquides s'accrut de 3 onces ; la transpiration enleva 44 onces, c'est-à-dire 6 de plus qu'au printemps. En automne, la moitié de la consommation journalière fut entraînée par la transpiration. Dalton calcule que, chaque jour, il introduisait dans son corps environ 11 $\frac{1}{4}$ onces de carbone par les aliments : il évalue le carbone de l'urine à 1 $\frac{1}{4}$ pour 100, ce qui donne 0,5 à 0,6 once de ce même carbone pour 48 $\frac{1}{2}$ onces d'urine rendue journellement. 100 parties de matières fécales contiennent les $\frac{3}{4}$ d'eau ; le reste ne contient pas plus de 10 parties de carbone, ce qui en fait $\frac{1}{8}$ once pour 5 onces d'excréments ; donc la perspiration entraînait 10 $\frac{1}{2}$ onces de carbone. D'après des expériences faites antérieurement (2), Dalton produisait, en vingt-quatre heures, 2,8 livres (*troy*) de gaz acide carbonique par la respiration, ce qui donne environ 0,78 livre *troy* de carbone, ou 0,642 = 10 $\frac{1}{4}$ onces *avoir du poids*. La perspiration aqueuse des poumons s'élevait tout au plus à 1,55 livre *troy* = 1,275 livre = 20 $\frac{1}{2}$ onces *avoir du poids*. Si l'on ajoute à cela 10 $\frac{1}{4}$ onces de carbone, on a 30 $\frac{3}{4}$ onces pour la quantité d'eau et de carbone exhalés chaque jour des poumons, et, si l'on déduit cette somme de 37 $\frac{1}{2}$ onces, il reste pour la transpiration cutanée journalière 6 $\frac{3}{4}$ onces, comprenant environ 6 $\frac{1}{2}$ onces d'eau et $\frac{1}{4}$ d'once de carbone. En conséquence,

rein par la veine cave inférieure, ce qui aurait conduit à l'expulsion du chyle par les urines, tandis que chez ceux qui ont une veine porte rénale spéciale, il se jette dans la veine cave inférieure, presque immédiatement au-dessus du rein. L'appareil porte lymphatique a pour glandes vasculaires les ganglions ou *glandes lymphatiques*, dont le produit retombe dans le courant et va nécessairement au sang.

» Toutes ces glandes versent sans doute chacune un produit, un principe immédiat spécial dans le sang porté à l'organe principal auquel elles sont annexées, par sa veine porte, de la même manière que le foie (ayant ainsi deux usages) verse du sucre par les veines sus-hépatiques dans la veine cave inférieure, qui est, chez les mammifères, système porte alternativement et pour le rein et pour le cœur. Ce n'est sans doute pas dans le sang que se forment tous les principes spéciaux qu'on y trouve. De même que le sang qui entre dans le foie n'a pas le sucre que contient le sang qui en sort, de même aussi on trouvera que c'est au tissu des glandes vasculaires qu'il faut rapporter la formation des principes qu'on découvrira certainement dans leur sang de retour, et qu'elles y ont versé comme le foie verse du sucre. » É. L.

(1) *Edinb. new philos. Journ.*, nov. 1832, janv. 1833.

(2) *Manchester Memoirs*, new series, t. II, p. 27.

rait cinq fois plus de substance par la respiration que par la surface en-
corps.
n compte près d'une livre de carbone et d'azote, pris ensemble, dans
ivres de nourriture consommées par jour ; le reste est, en grande partie,
(1).
rétion des substances étrangères admises dans le torrent de la circulation
ni simultanément ni avec la même abondance par toutes les surfaces. On
ne, au contraire, que tel ou tel organe excréteur exercé une attraction plus
r telle ou telle de ces substances, et les élimine plus aisément que d'autres.
agendie (2) et Tiedemann (3) ont fait voir que l'alcool, le camphre, l'es-
e térébenthine, le musc, le carbure de soufre et le phosphore sortent du
r la voie des poumons. Quand une dissolution de phosphore a été injectée
veines d'un animal, les poumons exhalent des nuages de vapeurs blan-
i sont lumineuses dans l'obscurité. Mais les substances salines et certaines
colorantes s'échappent plus facilement, altérées ou non, par la sécrétion
. En général, on peut dire que les substances auxquelles un organe ex-
sert communément d'émonctoire sont aptes aussi à mettre en jeu son
de sorte, par exemple, que l'effet diurétique des sels neutres tient à ce
reins sont précisément les organes qui ont mission de les expulser du
plupart du temps sans qu'ils aient subi aucun changement (4).

lentin a publié de nouvelles recherches très détaillées sur la proportion entre les sub-
i entrent dans le corps et celles qui en sortent. (WAGNER, *Handwærterbuch der Phy-*
. I. — VALENTIN, *Physiologie*, t. I, Brunswick, 1844, p. 525).
ll. de la Soc. philom., 1841.
itschrift fuer Physiologie, p. 2, t. I.
nutrition, l'exercice et les maladies ont une influence considérable sur l'exhalation ga-
oyez page 255, en note, des expériences sur les variations de cette exhalation.
rier et Saint-Lager (*Gazette de Lyon*) ont soumis ces variations à de nouvelles obser-
ls ont cherché à simplifier le problème ; et, pour cela, ils en ont négligé quelques par-
nt renoncé à faire séparément le compte de l'acide carbonique exhalé par la surface
re et par la surface cutanée. Ils se sont bornés à recueillir l'air expiré dans un flacon
sion connue, et d'y chercher la proportion d'acide carbonique. Leur flacon a une capa-
ux litres ; il s'adapte à la bouche par une embouchure semblable à celle des appareils
à chloroforme, et les gaz de l'expiration y sont dirigés par un mécanisme de soupapes
imples ; en même temps le nez est fermé par un pince-nez. C'est ensuite, à l'aide de
aryte qu'on précipite et qu'on dose l'acide carbonique. Les conclusions se rapportent
tité d'acide carbonique contenu sous le même volume à la température de 30 degrés
s et à la pression de 0,760. On a eu soin d'opérer toujours à la même heure, entre
atre heures du soir, et pendant cinq minutes dans tous les cas.
santé. — 1° Il existe, dans l'exhalation de l'acide carbonique, des variations horaires
t avec celles du baromètre, ayant, comme ces dernières, deux maximum, l'un vers
es du matin, l'autre à onze heures du soir, et deux minimum, l'un vers trois heures
t l'autre à cinq heures du matin. Le maximum du matin est plus grand que celui du
es variations de température et de pression agissent en sens inverse l'une de l'autre,
r diminuer, l'autre pour augmenter l'exhalation du gaz acide carbonique. 3° Pendant
de la digestion il y a moins de carbone brûlé. 4° La nourriture animale diminue la
l'acide carbonique ; l'usage exclusif des aliments féculents l'augmente. 5° Pendant une
ide l'air expiré contient plus d'acide carbonique. 6° Il en est de même après les inspi-
éther et de chloroforme. 7° L'usage des boissons alcooliques produit le même effet.
t le sommeil, il se produit moins d'acide carbonique que pendant la veille. 9° La ter

Transpiration cutanée et sueur.

La peau est le siége de deux sécrétions, la sécrétion grasse et la transpiration. La première a lieu dans les follicules sébacés de cette membrane; elle n'a pas encore été étudiée. Chez les fœtus, elle forme à la peau un enduit onguentacé connu sous le nom de *vernis caséeux :* cet enduit est, selon Frommherz et Gugert, un mélange intime d'albumine et d'une graisse analogue à la cholestérine; cependant il se pourrait que l'albumine provînt des eaux de l'amnios.

Les sources de la sécrétion d'eau à l'état vaporeux sont la peau et les poumons. Lorsqu'on se donne beaucoup de mouvement, ou que le temps est très chaud, dans certaines maladies, et quand on arrête la transpiration par du taffetas ciré ou par un emplâtre, la vapeur se condense en gouttes, qui constituent la sueur. Les sources de la sueur sont de petits follicules, découverts par Purkinje et Breschet, qui sont répandus dans toute la peau, et affectent la forme spirale (1).

Sanctorius avait autrefois cherché, par un emploi ingénieux de la balance, à déterminer la quantité des matières qui s'échappent du corps au moyen de la

pérature de l'air expiré, à l'état normal, ne varie pas sensiblement. 10° L'air expiré par les enfants contient plus d'acide carbonique que celui des adultes.

État pathologique. — 1° Dans la méningite, la péritonite, la métro-ovarite, et, en général, dans toutes les phlegmasies bien caractérisées, il y a hypercrinie carbonique. 2° Font exception à cette règle : la pneumonie, la pleurésie, la péricardite, et toutes les phlegmasies qui peuvent avoir pour effet de gêner la respiration ou la circulation; dans ces cas il y a hypocrinie carbonique. 3° Les sujets atteints de rhumatisme articulaire aigu exhalent plus d'acide carbonique. 4° Il se brûle plus de carbone pendant les accès de la fièvre intermittente; l'augmentation est plus marquée dans le stade de chaleur que pendant le frisson. Vers la fin de la période de sueur, l'air diffère peu de ce qu'il est à l'état normal. 5° Dans toutes les maladies dites chroniques, qui ne sont pas accompagnées de fièvre ou de marasme, telles que la chlorose, le diabète, le cancer au début, les affections nerveuses, les inflammations chroniques, etc., on n'observe pas, en général, de variations dans les proportions d'acide carbonique expiré. 6° Dans la variole, la rougeole, la roséole, la scarlatine, l'érysipèle, l'érythème, il y a moins de carbone brûlé. 7° Pendant le travail de la suppuration, le poumon exhale moins d'acide carbonique. 8° Dans le scorbut, le purpura, l'anémie, l'anasarque, il y a hypocrinie carbonique. 9° Il en est de même dans les dernières périodes des cachexies cancéreuses, scrofuleuses et syphilitiques. 10° Les individus atteints de fièvre typhoïde, de dyssenterie ou de diarrhée chroniques, exhalent moins d'acide carbonique. 11° Il se brûle moins de carbone par la respiration dans la phthisie pulmonaire. 12° La température de l'air, expiré à l'état pathologique, est en raison directe du nombre des inspirations. (*Annuaire de chimie*, 1849, p. 598.)

Comparez avec ces recherches celles de M. Lassaigne, p. 257 de ce volume, en note.

De l'azote est aussi exhalé par la surface pulmonaire. Voyez les expériences de MM. Regnault et Reiset, p. 264, en note, expériences avec lesquelles concordent celles de M. Marchand (*Journal für prakt. Chemie*, t. XLIV, p. 1). Les animaux sur lesquels M. Marchand a expérimenté sont le cochon d'Inde et le pigeon. Quinze expériences faites tant avec un seul qu'avec deux cochons d'Inde, ont donné, en moyenne, le résultat suivant : Sur 100 parties de carbone qu'ils exhalent à l'état d'acide carbonique, ces animaux inspirent 290 parties d'oxygène; par conséquent, sur 100 volumes d'acide carbonique exhalés, il y a 109 volumes d'oxygène inspiré. En revanche, ils exhalent 0,94 volume d'azote, ce qui fait 0,86 volume d'azote pour 100 volumes d'oxygène. Sur 100 volumes d'oxygène inspiré, le pigeon a exhalé 0,74 volume d'azote. M. Marchand assure, en outre, qu'à côté de cette exhalation d'azote à l'état libre, ce corps s'échappe encore à l'état de combinaison ammoniacale (*Annuaire de chimie*, 1849, p. 606.)

É. L.

(1) *Voy.* les fig. p. 299 et 333.

ation. Lavoisier et Séguin ont fait des recherches plus précises à ce sujet (1).
·avaux nous ont appris que la transpiration cutanée et pulmonaire fait
terme moyen, 17 à 18 grains par minute; le minimum est de 11 grains,
ximum, dans l'état de repos, est de 32. Pour distinguer les effets de la
ıtion de ceux qui appartiennent à la perspiration pulmonaire, Séguin em-
. vêtement de taffetas gommé, imperméable à l'air, ouvert par le haut, et
our la bouche, une ouverture entourée de cuivre. Après qu'il avait revêtu
t, on le fermait en haut par une forte ligature, et il collait l'embouchure
e autour de la bouche; puis il se mettait sur le plateau d'une balance, se
ser, restait plusieurs heures en repos, et se faisait peser de nouveau. La
e entre les deux pesées donnait la perte que la perspiration pulmonaire
casionnée dans leur intervalle. Alors Séguin quittait l'habit de taffetas, se
eser, puis se remettait dans la balance au bout d'un laps de temps déter-
a différence entre ces deux dernières pesées indiquait la perte résultant à
t de la perspiration pulmonaire et de la transpiration cutanée. En retran-
perspiration pulmonaire de cette somme totale, on avait la quantité de la
ation cutanée. Voici les résultats que donnèrent ces expériences, suivies
longtemps avec un grand soin.

ıelque diverse que puisse être la quantité des aliments, un homme qui se
ınquille n'en revient pas moins au même point, dans l'espace de vingt-
ıeures;

, toutes choses égales d'ailleurs, la quantité des aliments varie, ou si, cette
restant la même, celle de l'exhalation augmente ou diminue, la quantité
éments diminue ou augmente, de manière que le même poids se trouve
ı peu près dans le même laps de temps; d'où il suit que, chez l'homme
tant, les diverses fonctions s'entr'aident et se suppléent.

ıand la digestion est mauvaise, l'exhalation diminue.

rsque la digestion s'accomplit bien, la quantité des aliments n'exerce pas
ıde influence sur l'exhalation.

st immédiatement après avoir mangé qu'on exhale le moins.

st pendant la digestion que la perte en poids occasionnée par l'exhalation
us considérable.

plus grande perte de poids déterminée par l'exhalation est de cinq livres
-quatre heures; la moindre, d'une livre onze onces et quatre gros.

transpiration cutanée dépend de l'état de l'atmosphère et de celui du

moyenne de la perte en poids par l'exhalation est de 18 grains par mi-
nt 11 pour la transpiration cutanée, et 7 pour la perspiration pulmonaire.
ıtière de la transpiration contient des substances volatilisables, comme
ırbonique, l'eau et autres, qui se déposent sur la peau, et qui, de concert
negma cutané, forment la crasse. Suivant Thénard, cette matière, re-
u moyen d'un gilet de flanelle, préalablement lavé à l'eau distillée, contient
ıre sodique, de l'acide acétique, un peu de phosphate sodique, des traces
ıate calcique et d'oxyde de fer, et une substance animale. La sueur qui

ıoires de l'Académie des sciences, 1790. — Ann. de chim., t. XC.

coule en gouttes sur le front contient de l'acide lactique, une matière soluble dans l'alcool (osmazôme), une petite quantité de matière insoluble dans ce menstrue, beaucoup de chlorure sodique, et du chlorure ammonique. Anselmino ayant plongé son bras dans un cylindre de verre, dont l'ouverture tournée vers l'épaule était liée avec du taffetas gommé, et aux parois duquel le membre ne touchait nulle part, la vapeur qui s'élevait de ce dernier se condensa sur la surface interne du cylindre; le liquide ainsi obtenu contenait de l'acétate d'ammoniaque et de l'acide carbonique. Abernethy et Mackenzie avaient déjà observé qu'il s'exhale de l'acide carbonique par la peau, circonstance qui n'eut pas lieu dans les expériences de Priestley, de Fourcroy et de Gordon. Collard de Martigny (1) a trouvé que les gaz exhalés par la peau contiennent de l'acide carbonique, de l'azote et de l'hydrogène, en proportions très variables. Cette exhalation n'a rien de constant: elle est copieuse après l'exercice et après qu'on a mangé. Quelquefois le gaz ne consistait qu'en azote, ce qui s'accorde avec les observations d'Ingenhousz, de Trousset et de Barruel. Dans d'autres circonstances, ce n'était guère que de l'acide carbonique, ce qui rappelle les faits observés par Milly, Cruickshank, Jurine, Abernethy et Mackenzie. Collard dit avoir remarqué que l'azote était le plus abondant après la nourriture animale, et l'acide carbonique après la nourriture végétale. Il recueillait les gaz qui se dégagent de la peau sous un entonnoir bouché par le haut et plein d'eau qui avait été privée d'air par l'ébullition. De ses expériences il conclut que l'acide carbonique de la transpiration cutanée sort tout formé du corps, attendu que l'exhalation de ce gaz a lieu lors même que la peau n'est point mise en contact avec l'air atmosphérique.

La sécheresse de l'air augmente la transpiration, quoique celle-ci soit une cause de refroidissement; mais une grande élévation de la température extérieure produit un effet inverse, suivant la remarque d'Edwards. La transpiration devient plus abondante quand l'air est agité et la pression atmosphérique moindre que de coutume. Edwards établit une distinction entre ce qui dépend de l'action vitale de la peau et ce qui, tenant à l'évaporation physique, arriverait également au corps mort, s'il était placé dans les mêmes circonstances; la première de ces deux portions ne forme, suivant lui, que le sixième du tout, lorsque la température de l'atmosphère ne dépasse pas 20 degrés. Le produit de l'évaporation physique est de l'eau presque pure: celle de l'évaporation organique entraîne des matières animales. La première cesse quand l'air est saturé d'humidité; la seconde, lorsque l'individu se refroidit. La perspiration pulmonaire n'est qu'une simple évaporation physique, qui peut diminuer sous l'influence d'un air saturé d'humidité dont la température égale ou surpasse celle du corps. Il existe un rapport si intime entre la transpiration d'une part, l'échauffement et le refroidissement d'une autre part, que je crois devoir rapporter ici les résultats les plus importants des recherches d'Edwards. A égalité de température, l'eau liquide communique plus aisément la chaleur que la vapeur d'eau, celle-ci plus que l'air humide, et celui-ci plus que l'air sec; c'est pourquoi, à température égale, on supporte l'air sec plus longtemps. L'air chaud et humide nous échauffe davantage, parce qu'il communique plus de chaleur que l'air sec, et parce que l'évaporation physique est plus considérable

(1) *Journal de phys. de Magendie*, t. X, p. 162.

is ce dernier. A température égale, ou même inférieure, l'air saturé de gaz ieux, et surtout de vapeur aqueuse, excite une transpiration plus abondante : l'air sec. Lorsque la température extérieure est inférieure à celle du corps, r sec nous soustrait moins de chaleur que l'air humide : à égalité de température, efroidit moins, parce qu'il est meilleur conducteur de la chaleur.

Anselmino a fait (1) une analyse de la sueur, d'après laquelle 100 parties de ce uide contiennent (2) :

Matières insolubles dans l'eau et l'alcool (consistant pour la plus grande partie en sels calcaires)	2
Matière animale soluble dans l'eau et non dans l'alcool, et sulfates.	21
Matières solubles dans l'alcool aqueux (chlorure sodique et osmazôme)	48
Matières solubles dans l'alcool anhydre (osmazôme, acide lactique et lactates)	29
	100

Berzelius fait remarquer que la sueur contient encore du chlorure et du lactate mmoniques, qui n'ont point été signalés par Anselmino. Ce dernier, dans les ndres du résidu sec, a trouvé du carbonate, du sulfate et du phosphate sodiques, a peu des mêmes sels potassiques et de chlorure sodique, du phosphate et du carnate calciques, avec des traces d'oxyde ferrique. La sueur de cheval, qui dépose, mme on sait, une poudre blanche, ne lui a offert aucune trace d'urée, dont urcroy y avait annoncé la présence. La sueur présente des caractères particuliers ns plusieurs régions du corps, ce qui peut dépendre toutefois de la sécrétion des icules sébacés. Ainsi, celle des aisselles exhale souvent une odeur ammoniacale, celle des organes génitaux, chez les personnes grasses, contient souvent tant cide butyrique, qu'elle en répand manifestement l'odeur. Enfin elle a une ur spéciale chez divers animaux et certains individus de l'espèce humaine; is, dans les animaux, cette odeur dépend fréquemment de certaines glandes, exemple d'organes folliculaires situés au voisinage de l'anus.

Le but de la transpiration cutanée ne ressort pas clairement de l'analyse, car les stances qu'on a signalées dans la sueur existent aussi dans l'urine. Cependant, me il résulte des expériences de Séguin qu'un rapport des plus intimes existe re la sueur, les ingesta et les autres excrétions, on comprend jusqu'à un certain nt pourquoi la brusque cessation de cette sécrétion entraîne de si grands troubles s l'économie animale, car elle réagit sur l'état des humeurs et l'équilibre de répartition dans le corps entier. J'ai dit ailleurs (p. 71) comment la transpiracutanée nous protége contre les degrés trop élevés de chaleur.

a transpiration cutanée ne consiste pas en une simple évaporation de tout ce dans le sang, est susceptible de se volatiliser; elle constitue une véritable séion. Nous en avons la preuve dans les cas où, malgré la température élevée a peau, cette sécrétion est totalement supprimée, par exemple les maladies les dans lesquelles l'influence des nerfs sur la peau est diminuée.

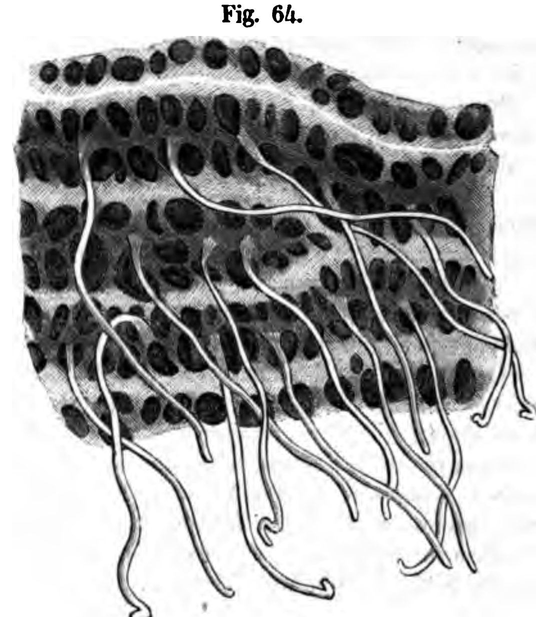
) TIEDEMANN's *Zeitschrift*, t. II, p. 321. — BERZELIUS, *Traité de chimie*, t. VII, p. 328.

) *Voy.* p. 349, les remarques de M. Robin sur la sueur, note 3.

La sécrétion cutanée est liée aussi de la manière la plus intime à la sécré urinaire. A la vérité, elle semble destinée surtout à éliminer tout ce qui prendre la forme de gaz à la température du corps, tandis que l'urine entraîne substances qui affectent la forme liquide. Mais il y a corrélation entre ces d sécrétions. Quand l'urine coule en profusion, comme dans le diabète, la peau sèche. Dans les contrées et les saisons chaudes, l'excrétion est plus abondante la peau et moins copieuse par la voie de l'urine ; l'inverse a lieu en hiver et da les pays froids, et nous retrouvons aussi le même rapport dans les maladies.

Mais les changements que peut subir la transpiration cutanée ne dépendent pa uniquement de l'antagonisme des sécrétions ; ils tiennent encore à une foule d'autres causes, qui se rattachent, soit à la peau elle-même, soit au conflit existant entre cette membrane et d'autres organes. Eu égard à l'état de la peau, il faut remarquer que les excitants légers, appliqués à cet organe lui-même (bains chauds), ou agissant sur lui par l'intermédiaire du sang (diaphorétiques), accroissent la sécrétion cutanée. Mais, quand la peau est trop irritée, elle devient rouge et chaude, et ne perspire plus ; dans l'état d'inflammation, elle cesse tout à fait de sécréter, comme il arrive, en général, aux parties enflammées ; de là vient que les inflammations étendues de cet organe donnent si fréquemment lieu, par le trouble qu'elles portent dans l'équilibre de répartition des humeurs, à des phénomènes morbides dépendant de la loi d'antagonisme, par exemple, à l'inflammation des membranes muqueuses. Ainsi on a vu de larges brûlures provoquer l'inflammation de la membrane muqueuse intestinale ou pulmonaire, et dans les affections exanthématiques le danger des phlegmasies internes croît à proportion, non seulement de la difficulté que les matières morbides contenues dans le sang éprouvent à s'échapper par la peau, mais encore de l'intensité de l'inflammation cutanée, et du trouble que celle-ci apporte dans les fonctions de la peau.

Fig. 64.



L'activité de la peau dépend aussi beaucoup, à son tour, de l'état du système nerveux et du système vasculaire. Dans les maladies fébriles, les sécrétions de la peau et des membranes muqueuses diminuent proportionnellement à la diminution de l'influence que le système nerveux exerce sur les parties périphériques (1). Dans d'autres états non fébriles, au contraire, par exemple dans le

(1) Fig. 64. Dessous de la cuticule détachée, par macération, de la paume de la main; on voit les doubles rangées de dépressions où les papilles étaient logées, avec l'épithélium des

ıs les passions déprimantes, une soustraction brusque de l'influence détermine une sécrétion abondante de sueur froide.

Sécrétion urinaire.

·étion urinaire débarrasse le corps, non seulement de matières animales ıées et devenues inutiles, comme l'urée, l'acide urique, et des sels sur- ; dans l'économie animale, mais encore de substances étrangères qui s'y duites accidentellement, et qui sortent avec l'urine, soit telles qu'elles ont es dans le torrent circulatoire, soit après avoir subi une décomposition

écrétion est très répandue dans le règne animal. Les insectes eux-mêmes de l'acide urique dans leurs vaisseaux de Malpighi, improprement appelés On a bien trouvé cet acide dans des insectes entiers (1), et l'on a conclu il était répandu généralement dans leur corps; mais il était de toute né- ı'une analyse à laquelle on soumettait un insecte entier portât aussi sur aux de Malpighi. La sécrétion urinaire existe également chez les mol- chez les gastéropodes, elle s'accomplit dans le sac calcaire, nommé par gane de la viscosité, dont le conduit excréteur, marchant le long du rec- ıvre immédiatement auprès de l'anus. Jacobson a trouvé de l'acide urique ›rgane (2).

: de l'homme est claire et d'un jaune ambré. Elle possède une odeur ue particulière. Sa saveur est désagréable, salée et amère. Elle réagit for- la manière des acides. Celle des bêtes à cornes, des chevaux, des lapins ieurs autres herbivores, est alcaline, et, chez quelques uns de ces animaux, acide qu'au moment de son émission. Celle des herbivores est trouble et ılante; elle ne se décompose pas aussi rapidement que celle des carni- pesanteur spécifique de l'urine humaine varie entre 1,005 et 1,030 (3); naladies, elle va quelquefois jusqu'à 1,050 (4). Quelquefois l'urine de- ble en se refroidissant, et forme alors un dépôt gris ou rougeâtre, qui se par l'effet de la chaleur. Au bout de quelques jours, elle acquiert une

conduits sudorifères dans leur trajet à travers la peau. Quelques uns de ces conduits ırnés à leur extrémité, là où ils pénétraient dans la *glande sudoripare*. Grossissement es (*The phys. anat. and phys. of man, by Todd and Bowman*, t. I, p. 409). — *V.* sur sudoripares la note de M. Robin, p. 349.

exemple, Robiquet dans les cantharides. (*Ann. de chim.*, t. LXXVI.)

KEL's *Archiv*, t. VI, p. 370.

ıuerel (*Séméiotique des urines*, Paris, 1841, p. 7) évalue la densité moyenne de ıns l'état normal, à 1017,010, d'après les résultats des analyses de 8 urines saines, ·s et 4 de femmes. Les analyses ont été faites sur la totalité des urines rendues pendant re heures. Mais Becquerel fait observer que l'urine rendue dans ce laps de temps n'a olument et identiquement la même composition que celle de la veille, du lendemain ıtre jour; en un mot, que la moyenne de la quantité de chaque élément chimique s absolument la même, et qu'elle oscille dans des limites qui sont en général peu con- mais qui peuvent cependant le devenir. (*Note du trad.*)

maximum de densité que Becquerel (*loc. cit.*, p. 88) a constaté était de 1031,500 ·mme atteinte de la fièvre de lait; et le minimum de 1005,880 dans la convalescen- rite calculeuse, chez une jeune fille anémique. (*Note du trad.*)

odeur ammoniacale, réagit à la manière des alcalis, et se couvre d'une pellicule mucilagineuse blanche, dans laquelle, aussi bien que sur la paroi interne du vase se déposent de petits cristaux blancs, qui sont du phosphate ammoniaco-magnésien.

D'après l'analyse que Berzelius a faite en 1809 (1), l'urine contient :

Eau.	933,00 (2)
Urée	30,10
Acide lactique libre	17,14
Lactate ammonique	
Extrait de viande soluble dans l'alcool.	
Matières extractives solubles seulement dans l'eau .	
Acide urique	1,00
Mucus vésical	0,32
Sulfate potassique.	3,71
Sulfate sodique	3,16
A reporter. . . .	988,37

(1) Relativement à cette analyse, qu'on trouve reproduite partout, Berzelius lui-même (*Traité de chimie*, t. VII, p. 392) convient qu'à l'époque où elle fut exécutée on ne connaissait pas encore plusieurs faits relatifs aux principes constituants que l'urine tient en dissolution. La proportion de l'eau aux matières solides y est de 933 : 67. D'après la moyenne des huit analyses de Becquerel, elle est de 974,934 : 28,066, savoir :

Eau.			[illegible]
Matières, autres que l'eau, données par l'évaporation directe. . 28,666	Urée.		[illegible]
	Acide urique.		[illegible]
	Sels fixes et indécomposables à la chaleur rouge (chlorures, phosphates et sulfates de chaux, de soude, de potasse et de magnésie) . . 6,919	Chlore.	[illegible]
		Acide sulfurique. .	[illegible]
		Acide phosphorique.	[illegible]
		Potasse.	[illegible]
		Soude. Chaux. Magnésie. . .	[illegible]
	Matières organiques qu'on ne peut isoler et doser séparément (acide lactique, lactate ammonique, matières colorantes, matières extractives, chlorure ammonique).		[illegible]

Ces résultats, presque identiques avec ceux auxquels Lecanu est arrivé, diffèrent beaucoup de ceux qu'a annoncés Berzelius. On expliquerait difficilement à quoi tient cette différence, le chimiste suédois n'ayant pas indiqué la densité de l'urine sur laquelle il a opéré. Lecanu pense qu'il s'est servi d'urines rendues le matin, qui sont quelquefois très concentrées et très denses. — Comparez d'autres résultats donnés par Lehmann, et qui se trouvent un peu plus loin, dans la note de la page 525. (*Note du trad.*)

(2) Suivant Becquerel (*loc. cit.*, p. 19) les moyennes 1227^{gr},779 chez les hommes, 1337^{gr},... chez les femmes (= 1282^{gr},634 moyenne générale), peuvent être considérées comme celles autour desquelles oscillent les quantités d'eau rendues en vingt-quatre heures par l'urine chez une personne saine. Les oscillations autour de ces chiffres sont assez considérables dans l'état de santé parfaite ; et, pour admettre une altération morbide de la quantité d'eau, il faut que celle-ci soit au-dessous de 800 ou au-dessus de 1500. La quantité d'eau peut atteindre et dépasser ce chiffre par l'effet : 1° de l'introduction d'une grande quantité de liquide dans l'économie par les voies digestives, et alors la quantité d'eau rendue dans l'espace de vingt-quatre heures est généralement en rapport avec la proportion d'eau avalée ; 2° de la polydepsie : chez une femme

Report	988,37
Phosphate sodique	2,94
Biphosphate ammonique.	1,05
Chlorure sodique.	4,45
Chlorure ammonique.	1,50
Phosphates calcique et magnésique	1,00
Silice	0,03 (1)
	1000,00

gt-trois ans, le terme moyen de la quantité d'eau rendue en vingt-quatre heures s'est trouvé : de 2956,341 ; 3° du diabète, dans lequel la quantité d'eau va quelquefois à plusieurs litres; l'un accès d'hystérie ou d'accidents nerveux quelconques, ce qui n'est point constant. La ntité d'eau rendue dans l'espace de vingt-quatre heures diminue plus souvent qu'elle n'augte : c'est ce qu'on observe dans la fièvre, et dans toutes les circonstances capables de déterer un mouvement fébrile, spécialement les phlegmasies aiguës et chroniques; dans les mas du cœur et du foie, surtout si elles sont capables de déterminer une perturbation générale 'organisme; dans les maladies, de quelque nature qu'elles soient, qui déterminent un ble fonctionnel général de l'économie; dans le cas de sueurs abondantes; enfin à l'aphe de la mort. Le plus souvent les urines qui contiennent beaucoup d'eau sont pâles, peu ées, peu denses, peu acides et assez abondantes, tandis que celles qui en contiennent peu foncées en couleur, très denses, très acides, souvent spontanément sédimenteuses, et tous diminuées de quantité. (*Note du trad.*)

) Les moyennes de la somme des principes solides tenus en dissolution dans l'eau ont été vées, par Becquerel (*loc. cit.*, p. 26), dans les vingt-quatre heures, de 39,521 (eau, 7,779) pour les hommes, 34,211 (eau, 1337,489, pour les femmes, ce qui donne pour enne générale 36,866 (eau, 1282,634). Ces moyennes, déjà dissemblables suivant le sexe, ont pas non plus constamment les mêmes chez un même individu. Les oscillations peuvent entre 36 et 41 chez l'homme, 32 et 36 chez la femme, ce qui fait pour termes moyens, les deux sexes, les extrêmes de 32 et 41. La quantité des principes solides imprime à l'urine qualités variables; selon qu'ils sont dissous dans plus ou moins d'eau, l'urine est plus ou s dense et plus ou moins chargée en couleur. Les causes qui en déterminent l'augmentation : 1° une alimentation abondante et azotée; 2° l'introduction dans l'économie d'une quand'eau anormale; car alors non seulement les reins se débarrassent de cette quantité insolite quide, mais encore le travail inaccoutumé auquel ils se livrent détermine une augmentation la somme totale des matières tenues en dissolution. Becquerel a vu, en pareil cas, cette me s'élever à 43 et 45; 3° la polydipsie, qui rentre dans le cas précédent : une femme faible licate, atteinte de cette maladie, a donné, au lieu de 34, chiffre moyen dans le sexe fémi· 43,659; 4° les flux d'urine qui ont lieu quelquefois sous l'influence d'affections nerveuses, écialement d'accès hystériques; chez une chlorotique, la somme des matériaux solides ns un jour qu'elle eut plusieurs accès d'hystérie et un flux urinaire, s'éleva presque au le de la quantité qui existe ordinairement dans la chlorose (43,083); après la guérison, la mme fut de 35,545; 5° le diabète. Ces principes solides, ainsi augmentés, impriment à ne des caractères différents selon la quantité d'eau dans laquelle ils sont dissous. Ils diminut très fréquemment dans les maladies, et ce cas est infiniment plus fréquent que le précédent. minution a lieu : 1° sous l'influence de la fièvre, des phlegmasies aiguës, des désordres ionnels un peu intenses, des accès de maladies du cœur ou des poumons, des maladies du , etc., et l'urine offre également alors des qualités différentes suivant la proportion variable au; le plus ordinairement l'eau diminue en plus forte proportion que les principes solides, ors l'urine est plus dense et plus foncée en couleur; mais il arrive aussi que l'eau a très peu ué, ou que même elle n'a pas été sensiblement influencée; 2° sous l'influence des causes antes; 3° sous celle de l'épuisement déterminé par les maladies chroniques. Quelquefois mme des matières dissoutes dans l'eau reste normale dans les maladies. (*Note du trad.*)

L'*urée*, découverte par Cruickshank, s'obtient de la manière suivante : après avoir évaporé l'urine, on la dessèche au bain-marie, et l'on traite le résidu par l'alcool anhydre, qu'on retire ensuite par la distillation ; on dissout le résidu dans un peu d'eau, on décolore la liqueur en la faisant digérer avec du charbon animal ; on la fait chauffer, on y dissout autant d'acide oxalique qu'elle en peut prendre ; on recueille les cristaux d'oxalate d'urée qui se précipitent par le refroidissement, on les lave avec un peu d'eau à la glace, on les dissout dans l'eau bouillante ; on mêle la liqueur avec du carbonate calcique en poudre, on filtre, on évapore à siccité ; on traite le restant par l'alcool, et l'on distille le menstrue. L'urée reste pure. Elle cristallise en aiguilles déliées et d'un brillant soyeux, ou en longs prismes étroits, incolores et à quatre pans. Elle est inodore, et douée d'une saveur fraîche, analogue à celle du nitre. Elle ne réagit ni comme acide ni comme alcali. Elle tombe en déliquescence à l'air chaud et très humide. A + 15 degrés C., elle exige moins d'un poids égal au sien d'eau pour se dissoudre, et l'eau bouillante la dissout en toutes proportions. L'alcool en dissout environ un cinquième de son poids à froid. Chauffée jusqu'à 120 degrés, elle fond sans se décomposer ; mais, à quelques degrés au-dessus, elle entre en ébullition ; il se sublime du carbonate ammonique ; la masse en fusion prend peu à peu l'apparence d'une bouillie, et, lorsqu'on dirige la chaleur avec circonspection, il finit par rester une poudre d'un gris blanc, qui est de l'acide cyanurique, ou le même acide qui se sublime pendant la distillation sèche de l'acide urique. L'urée contracte des combinaisons avec les acides et les bases, sans les neutraliser. Un fait remarquable, c'est qu'en sa présence le chlorure ammonique cristallise en cubes et non en octaèdres, tandis que le contraire a lieu pour le chlorure sodique. L'acide azotique la précipite de sa dissolution aqueuse, sous la forme d'azotate d'urée. Elle contient plus d'azote qu'aucun autre produit animal. Prout y a trouvé : azote, 46,65 ; carbonate, 19,97 ; hydrogène, 6,65 ; oxygène, 26,65 (1).

J'ai parlé ailleurs (p. 3) des moyens que Woehler a indiqués pour produire l'urée de toutes pièces. Prevost et Dumas ont fait l'importante découverte qu'elle se rencontre dans le sang après l'extirpation des deux reins, de sorte que, si on ne la trouve pas, à l'état normal, dans ce liquide, c'est parce qu'elle en est continuellement éliminée. Le troisième jour après l'extirpation des deux reins paraissent les accidents, qui consistent en des selles brunes, abondantes et très liquides, des vomissements, la fièvre, avec élévation de la température jusqu'à 43 degrés C., et quelquefois son abaissement jusqu'à 33. Le pouls devient petit, fréquent, et monte jusqu'à 200 ; la respiration est fréquente, courte, et en dernier lieu laborieuse. L'animal succombe du cinquième au neuvième jour. On trouve un épanchement de sérosité claire dans les ventricules du cerveau, les bronches pleines de muco-

(1) Becquerel (*loc. cit.*, p. 34) dit que, dans l'état physiologique, les moyennes de la quantité d'urée contenue dans 1000 d'urine oscillent autour des nombres suivants : chez les hommes (densité, 1018,900), 13,838 ; chez les femmes (densité moyenne, 1015,120), 10,366 ; ce qui donne pour moyenne générale (densité, 1017,010), 12,102. La quantité d'urée rendue en vingt-quatre heures a donné les chiffres suivants : chez les hommes (densité, 1018,900), 17,557 ; chez les femmes (densité, 1015,120), 15,582 ; moyenne (densité, 1017,010), 16,555. Ainsi, dans l'état de santé, la quantité d'urée contenue dans 1000 d'urine peut osciller entre 10 et 14, et la quantité rendue dans l'espace de vingt-quatre heures entre 15 et 18 gr. Lecanu avait trouvé qu'elle oscillait, chez l'homme, entre 24,446 et 9,119 ; chez la femme, entre 17,983 et 9,881. (*Note du trad.*)

ı, le foie enflammé, la vésicule biliaire gorgée de bile, l'intestin plein d'ex-nents liquides et teints de bile, la vessie très contractée. Le sang des animaux rés (chiens, chats, lapins) était aqueux, et contenait de l'urée, qu'on pouvait extraire au moyen de l'alcool. Cinq onces du sang d'un chien, qui ne vécut que x jours sans reins, donnèrent plus de vingt grains d'urée : on en obtint dix ins de deux onces du sang d'un chat (1). Vauquelin et Ségalas (2) ont confirmé te découverte. Le sang fut desséché, le résidu traité par l'eau, celle-ci évaporée, qu'elle laissa traité par l'alcool, et la nouvelle dissolution évaporée à son tour. pendant il y a ici une précaution à prendre : c'est de faire évaporer l'eau à id, au moyen de l'acide sulfurique, dans le récipient de la machine pneuma-ie, sous lequel on fait le vide. En agissant ainsi, Vauquelin et Ségalas ont obtenu sang d'un chien qui fut saigné soixante heures après l'opération $\frac{1}{100}$ d'urée.

faits importants, qui sont également confirmés par Mitscherlich, Gmelin et lemann (3), prouvent que les dépôts de liquides urineux qui se forment dans rs organes, après la suppression de la fonction des reins, ne sont pas toujours nséquence d'une absorption d'urine dans les voies urinaires (4).

ù se forme l'urée ?

ans les précédentes éditions de ce Manuel, j'avais émis l'idée que sa produc-pourrait se rattacher à l'acte de la respiration ; mais il est très probable qu'elle rme dans tous les points de l'économie, par suite de la décomposition qui est parable de la vie, et en vertu de laquelle les combinaisons de protéine se con-ssent en acide carbonique, en urée et en eau, sous l'influence de l'oxygène enu dans le sang. Elle ne paraît pas provenir des aliments. Chez les oiseaux Tiedemann et Gmelin nourrirent de substances non azotées, la quantité ine blanche devint moins considérable, à la vérité. Mais l'urée se forme aussi aliments qui aient de l'azote. Lassaigne a trouvé les principes constituants de ne normale dans celle d'un aliéné qui était resté dix-huit jours sans manger (5). chand nourrit un gros chien pendant quinze jours avec du lait seulement ; s les premiers cinq jours, il trouva dans son urine 2,6 pour 100 d'urée, et s cinq autres jours 3,0, quantité qui ne changea plus ; cinq autres jours nt encore écoulés, l'animal fut nourri avec du sucre candi et de l'eau distillée. out de six jours de ce régime, qui ne paraissait pas avoir influé sur sa santé, ne contenait 2,8 pour 100 d'urée ; il y en avait 2,4 cinq jours après, et seulement au bout de cinq autres jours. L'animal était devenu très maigre et faible. On le mit alors au régime du lait et du bouillon, qui le rétablit ptement ; mais il avait déjà repris depuis longtemps son embonpoint, que ie ne contenait pas encore plus de 2,4 d'urée pour 100. Quand le chien ecouvré une santé parfaite (son urine contenant alors 3,2 à 3,36 pour 100 e), Marchand pratiqua la ligature des nerfs rénaux, et, dix jours après, il put ater la présence de l'urée dans le sang (6).

Bibl. univ., t. XVIII, p. 208.
Journ. de Magendie, t. II, p. 354.
Zeitschrift fuer Physiologie, t. V, p. 1.
Comp. NYSTEN, *Rech. de chim. et de physiol. pathol.* Paris, 1811, p. 263.
Journ. de chim. méd., t. I, p. 272.
MUELLER's *Archiv*, 1839, p. 90. — Lehmann a fait sur lui-même un grand nombre d'

Il est plusieurs maladies dans lesquelles l'urine ne contient pas d'urée telles sont les affections nerveuses, pendant le cours desquelles ce liquide de aqueux (2) : les matières organiques y manquent alors, et l'on n'y trouve q sels. Dans le diabète, l'urine contient du sucre diabétique ; l'urée a dimin quantité, ou même n'existe plus, et elle reparaît à mesure que le sucre nue (3). Ici l'urée, matière si riche en azote, est remplacée par une autre stance dans la composition de laquelle cet élément n'entre pas. Le sucre diabé est composé, d'après Prout, de carbone 39,99, hydrogène 6,66 et oxygène 53, Il est une espèce de diabète dans laquelle l'urine ne contient pas de sucre : l'urée trouve remplacée par une autre matière qu'on peut extraire presque entièrem par l'alcool, et qui ressemble à l'osmazôme (4). Dans l'anasarque, l'urine conti de l'albumine, qui lui donne la propriété de se coaguler par la chaleur, et dont l quantité est proportionnée au défaut d'urée. L'urine devient surtout albumineu dans la maladie de Bright (5). D'un autre côté, Marchand a rencontré plusieurs fé

périences et d'analyses pour apprécier l'influence de divers aliments sur la composition de l'urin (TIEDEMANN's *Journal*, 1842, p. 1 et 257). Voici les résultats moyens qu'il donne pour un l de vingt-quatre heures :

	Nourriture mixte.	Œufs.	Nourriture végétale.	Nourriture non azot.
Quantité.	969,95 gr.	1202,5 gr.	990,0 gr.	977,116 gr.
Pesanteur spécifique	1,0220	1,0270	1,0273	»
Parties solides.	67,82	87,44	59,24	41,[illegible]
Urée	32,498	53,198	22,481	15,[illegible]
Acide urique.	1,183	1,478	1,021	0,73[illegible]
Acide lactique et lactates	2,723	2,167	2,669	3,2[illegible]
Matière extractive.	10,489	5,196	16,499	11,[illegible]
Phosphates terreux.	1,130	3,562	»	»

(1) Dans la plupart des maladies capables d'altérer le produit de la sécrétion urinaire, Becquerel (*loc. cit.*, p. 37), la loi générale est la diminution de la quantité physiologique d'u sécrétée dans l'espace de vingt-quatre heures. Quand l'urée semble augmentée, il paraît q c'est uniquement parce que, l'eau ayant proportionnellement beaucoup plus diminué qu'e elle se trouve plus concentrée, malgré la diminution réelle qu'elle a éprouvée. (*Note du trad.*)

(2) Les affections nerveuses ont quelquefois pour effet d'augmenter accidentellement et mentanément la quantité d'eau rendue, et alors il y a flux d'urine claire, limpide, peu colorée, dense ; mais il n'en est pas toujours ainsi, dit Becquerel (*loc. cit.*, p. 21), et dans certains cas la quantité d'eau reste normale, ou bien elle éprouve un effet inverse, elle diminue, et l'urine est plus dense, plus chargée. (*Note du trad.*)

(3) On a admis à tort que l'urée disparaît de l'urine diabétique. Bouchardat en a toujours trouvé Sa proportion varie suivant les sujets, et, chez le même malade, selon les diverses époques. Voici l'analyse d'une urine de diabétique donnée par Bouchardat : eau, 835,55 ; sucre de raisin, 134,42 ; urée, 8,27 ; albumine, 1,40 ; mucus, 0,24 ; acide lactique, lactate ammoniaque, matière extractive soluble dans l'alcool et dans l'eau, 6,88 ; matière extractive insoluble dans l'eau, 5,27 ; sels, 8,09. (*Note du trad.*)

(4) Cette substance n'est, suivant Bouchardat, qu'un mélange de sucre de fécule, de lactate d'urée, de lactate de soude, de chlorure de sodium et de matière extractive de l'urine. Le diabète, dit insipide, n'est qu'une variété du diabète sucré. Il arrive souvent, dans ce dernier, quand il diminue, que l'urine, quoique sans saveur sucrée, contient cependant toujours un peu de sucre, et qu'elle a encore une densité supérieure à celle de l'état normal. (*N. du trad.*)

(5) Rayer (*Traité des maladies des reins*) a constaté que la présence de l'albumine dans l'urine est un fait constant dans la maladie de Bright. Becquerel (*loc. cit.*, p. 504) en a tr

rée dans la sérosité des hydropiques (1). L'urine a été vue chargée aussi d'albu-ne, et contenant moins d'urée que de coutume, dans l'hépatite chronique (2), si que vers la fin de toutes les maladies consomptives (3).

ntité varier, en vingt-quatre heures, de 2 ou 3 grammes à 10 ou 11, ce qui, en rapportant chiffres à 1000 d'eau, donne des variations de 2 ou 3 à 11 ou 12. Le plus souvent les autres ncipes ont à peu près simultanément et proportionnellement diminué de quantité. Sur 20 cas, densité a varié de 1006,800 à 1014,700; moyenne, 1011,340. L'acidité était faible, et la antité totale de l'urine ne s'éloignait pas beaucoup de la normale. Dans 4 autres cas, la sité moyenne était de 1028,520; dans 2 autres encore, l'urine était alcaline. Voici les résul-ts de six analyses faites par Becquerel (*loc. cit.*, p. 509) :

Densité.	Quantité d'urine sécrétée en 24 heur.	Quantité d'eau.	Somme des principes solides.	Urée.	Acide urique.	Sels.	Matières organiques.	Albumine.
16,380	816,20	787,576	28,624	9,495	0,264	5,383	3,765	9,715
10,080	1030,750	1011,610	19,140	6,520	0,616	4,277	5,097	2,630
07,560	1830,400	1807,360	23,040	11,648	0,583	4,615	5,984	0,208
08,400	2291,200	2259,444	31,736	4,272	0,488	6,608	12,620	7,808
05,460	3117,500	3083,405	34,093	11,910	0,793	5,268	7,952	8,170
12,610	741,25	722,320	18,930	5,784	0,347	3,800	4,454	4,545

1) MUELLER's *Archiv*, 1837, p. 440.

2) ROSE, dans THOMSON, *Ann. of philos.*, t. V, p. 423. — HENRY, *ibid.*, t VI, p. 392.

3) M. Millon (*Études de chimie organique*, Lille, 1849, p. 51) a donné un soin particu-au dosage de l'urée; cette substance est, dans son opinion, l'indice principal du mouvement ydation qui porte sur les aliments azotés et sur les tissus protéiques de l'économie. Elle repré-aussi la majeure partie de l'azote combiné qui s'échappe par les urines. Après de nombreux s, il a trouvé qu'on dosait très exactement l'urée, en recueillant, à la suite de réactions iales, l'acide carbonique auquel sa décomposition donne naissance. Lorsqu'on dissout le ure métallique dans un excès d'acide nitrique du commerce ou d'acide pur à 4 équivalents u et demi, on remarque qu'une assez grande quantité de nitrate se forme sans que le gaz ux ou le deutoxyde d'azote apparaissent. Ce n'est que plus tard, en élevant assez fortement mpérature, que les produits nitreux se montrent en abondance et presque soudainement. tient à ce que les nitrates de protoxyde et de bi-oxyde de mercure se dissolvent dans l'acide que sans élimination d'acide nitreux, pourvu que la chaleur ne soit pas trop élevée. Millon a mis à profit cette propriété pour faire réagir l'acide nitreux sur l'urée. La réaction itrites mercureux et mercuriques mélangés est aussi nette que si l'acide était libre. L'urée ntièrement convertie en azote et en acide carbonique.

ns toutes les déterminations d'urée qui ont été accompagnées de la détermination de la ité, on constate un rapport empirique fort bizarre : le second et le troisième chiffres de la ité, comptés ensemble, expriment assez exactement la quantité d'urée que contiennent grammes d'urine. Voici les nombres donnés par les expériences de M. Millon :

Densité de l'urine à + 15°.	Urée contenue dans 1000 grammes de la même urine.
1,0046	4,20
1,0092	9,88
1,0080	6,78
1,0308	29,72
1,0277	28,05
1,0254	23,19
1,0145	14,99
1,0130	12,84
1,0070	7,11

L'*acide urique* s'obtient en prenant, soit le sédiment de l'urine hu
l'urine d'oiseau ou de serpent, faisant dissoudre dans une dissolutio
potasse, et précipitant la liqueur filtrée par l'acide chlorhydrique (1).
écailles cristallines, blanches et douces au toucher, qui, impures, sont

Il n'en est plus de même en cas de maladie. Dans les urines pathologiques, désaccord profond entre les nombres de la densité et ceux de l'urée rapportée à 1 d'urine. C'est une perturbation constante dans la pneumonie, le rhumatisme, la v bète et dans deux cas graves d'œdème. Pour le rhumatisme et la variole, M. Mill comme une contre-épreuve, deux cas où les malades, revenus à la santé, sont re loi empirique de l'urée et de la densité. Dans deux cas sur cinq, la phthisie ne s'élo dioCrement des relations numériques normales. Deux cas de fièvre typhoïde ne pe cune observation générale. Enfin quatre analyses d'ictères se distinguent en ce qu est faiblement troublée, et le trouble s'exerce toujours dans le même sens : la dens mée constamment par un chiffre plus fort que celui de l'urée. Il est probable qu'à c cord, qui est l'indice pathologique le plus général, se produiront certains groupes dont les variations s'exerceront dans un sens déterminé. Dans les cas franchemen toires, la proportion d'urée s'élève notablement.

Les urines de lapin, de cheval et de chien, présentent un désaccord très pronc chiffre de la densité et de l'urée. Pour l'urine de vache, la différence est moins sens portion d'urée est énorme dans l'urine du chien. Des dosages d'azote y indiquent é quantités considérables d'urée. Toutes les urines des carnassiers sont peut-être d cas. Il est même naturel d'interpréter ainsi les résultats fournis par Hieronymi sur l lion, du tigre, du léopard, de l'hyène et de la panthère : l'extrait alcoolique, qu dans ses analyses jusqu'à 140 grammes pour 1000 grammes d'urine, devait consis lement en urée. Comme c'est aussi, en dépit de la diète la plus sévère, dans les aiguës de l'homme qu'on observe la plus forte proportion d'urée, on est autoris l'homme vit, dans ces maladies, de sa propre substance, et se rapproche du régi vores.

Jusqu'ici on n'avait découvert aucune relation intime entre les qualités de l'urine Quelques médecins n'avaient pas craint de déclarer que cette recherche était inu y perdrait son temps; ils s'étaient effrayés et désespérés en présence de la variabi cette propriété dans les maladies différentes, dans une même maladie, et chez le m bien portant. D'autres observateurs, séduits par la facilité et la précision avec lesqu établir la densité de l'urine, éclairés d'ailleurs par elle dans quelques cas exception le diabète, avaient coutume de relever ce chiffre avec soin. Le rapport qui s'est ré densité et le chiffre de l'urée, change l'état de la question : M. Millon ne craint pa ces deux déterminations la base de tout examen méthodique de l'urine. En réfléc analyses, il a été amené à comprendre que l'urée, dissoute dans l'eau, en affect moins que les autres substances, et notamment moins que les sels minéraux, tels qu de sodium ou de potassium et le sulfate de potasse. Il en a acquis facilement la de en dissolvant un poids connu d'urée dans une quantité d'eau déterminée, et en disso part un poids semblable, ou approchant, de chlorure de sodium, ou de chlorure de ou de sulfate de potasse, dans une même quantité d'eau. Une même quantité de c munique à une même quantité d'eau une densité double, triple, et même, suivan tion, quadruple de celle que l'urée y introduit. L'urée élève donc très peu, relat autres sels, le chiffre de la densité de l'eau et, par suite, de l'urine. Voici mainten conclusions à tirer de cette nouvelle donnée.

Si le dosage de l'urée fournit un chiffre beaucoup plus élevé que celui de la de devra constituer la plus forte partie des matériaux dissous dans l'urine. Si, au cont sage de l'urée donne un chiffre faible, et que la densité soit forte, les autres matér seront en grande abondance. Entre ces deux termes extrêmes, on comprend l'e termes intermédiaires, qui acquerront par d'autres épreuves une valeur particulièr

(1) Gmelin, *Chemie*, t. IV, p. 839.

mâtres (1). Il n'a ni odeur, ni saveur, et rougit le papier de tournesol humide. ivant Prout, il exige plus de mille fois son poids d'eau froide pour se dissoudre; ais il en demande un peu moins quand elle est bouillante. Il est insoluble dans lcool et dans l'éther. A la distillation sèche, sa décomposition a lieu : d'abord il sublime du carbonate ammonique, puis il passe de l'acide cyanhydrique, avec ne huile empyreumatique, et enfin il se sublime une masse cristalline, qui est de acide cyanurique; suivant Woehler, ce sublimé contient aussi une grande quantité 'urée, à l'état de combinaison avec l'acide cyanurique. La composition de l'acide rique est, suivant Kodweiss, azote 37,40, carbone 39,79, hydrogène 2,00, oxyène 20,81. L'urine chaude tient en dissolution beaucoup plus de cet acide que ne ourrait faire un égal volume d'eau bouillante, ce qui a déterminé Prout à admettre u'il s'y trouve combiné avec de l'ammoniaque : cependant l'acide qui se précipite ar le refroidissement est libre de toute base. Suivant Duvernoy, c'est la matière lorante de l'urine qui le maintient dissous tant que celle-ci est chaude. Le prépité qu'il forme dans l'urine refroidie est d'abord pulvérulent et gris, mais peu à eu il devient rosé. Sa teinte rougeâtre ou briquetée est due à une grande quantité e matière colorante combinée avec lui, et qui augmente dans les fièvres interittentes.

Liebig et Woehler ont découvert que l'urée préexiste dans l'acide urique sous un at particulier de combinaison ; que du moins on peut extraire de l'urée de cet ide, avec plusieurs autres produits (2). Ils essayèrent de décomposer, par l'action ne substance oxydante, la combinaison supposée par eux exister dans l'acide ique. Cet acide, réduit en bouillie claire avec de l'eau, fut chauffé presque jusu'à l'ébullition, puis on ajouta du suroxyde plombique, qui donna lieu à un dégaement d'acide carbonique. La liqueur filtrée, qui était incolore, déposa, par le froidissement, des cristaux brillants, incolores ou jaunâtres. Ces cristaux sont de llantoïne, c'est-à-dire la substance qu'on trouve dans les eaux de l'amnios chez s ruminants. La liqueur, décantée, soumise à l'évaporation et refroidie, donnait s cristaux d'urée. Le suroxyde plombique lui-même avait été converti en une asse blanche d'oxalate plombique. Les produits de cette décomposition sont donc l'allantoïne, de l'urée, de l'acide oxalique et de l'acide carbonique. L'allantoïne ; composée de : carbone 30,66, atomes 4; azote 35,50, atomes 4; hydrogène

(1) En supposant que l'acide urique soit combiné à quelque base, notamment à de l'ammoique, dans l'urine, la quantité de cette base serait très faible. Cependant il ne s'y trouve pas ҫat de pureté parfaite; car l'urine, soit spontanément, soit sous l'influence des réactifs, ne e presque jamais déposer d'acide urique cristallisé, et l'on sait que cet acide cristallise en ages parfaitement définis et en général très petits. Becquerel (*loc. cit.*, p. 48) admet que, 1000 parties d'urine, la moyenne physiologique de l'acide urique oscille entre 0,3 et 0,5, si l'on prend la quantité d'urine sécrétée en vingt-quatre heures, entre 0,4 et 0,6. Sous uence d'un mouvement fébrile, de troubles fonctionnels généraux, des maladies du foie. les paroxysmes des affections du cœur (*Ibid.*, p. 72), cet acide augmente d'une manière olue, et, comme, d'un autre côté, la quantité d'eau est fortement diminuée, il s'ensuit que ide se concentre dans l'urine, qui devient sédimenteuse. Il diminue, au contraire, d'une ière absolue dans la chlorose, l'anémie, et toutes les fois qu'il existe une cause un peu puise de débilitation, pourvu toutefois qu'il n'y ait ni fièvre ni trouble fonctionnel général ine. (*Note du trad.*)

(2) POGGENDORFF'S *Annalen*, t. XLI, p. 561.

3, 75, atomes 6, et oxygène 30,08, atomes 3; combinaison qu'on peut ramener à 4 atomes de cyanogène et 3 d'eau, et à laquelle il manque 3 atomes d'eau pour devenir de l'oxalate ammonique. Si l'on admet, avec Liebig et Woehler, que l'urée est déjà préexistante dans l'acide urique, et si l'on retranche d'un atome d'acide urique (= $C^{10} N^8 H^8 O^6$) un atome d'urée (= $C^2 N^4 H^8 O^2$), il reste $C^8 N^4 O^4$, c'est-à-dire les éléments de quatre atomes de cyanogène et de quatre atomes d'oxyde de carbone. D'après cela, Liebig et Woehler considèrent l'acide urique comme une combinaison d'urée avec un corps composé de cyanogène et d'oxyde de carbone, combinaison que le suroxyde plombique détruit et convertit en acide oxalique et allantoïne.

L'urine des animaux diffère souvent de celle de l'homme par la proportion de l'urée et de l'acide urique. Ces deux substances existent dans celle des mammifères carnassiers. Vauquelin et Coindet nient la présence de l'acide urique; mais Hieronymi l'a trouvé dans l'urine des animaux du genre *Felis*, dont 100 parties contenaient 13,220 d'urée, avec de l'osmazome et de l'acide lactique libre, et 0,022 d'acide urique. L'urine des mammifères herbivores contient de l'urée et de l'acide urobenzoïque; l'acide urique, qu'on avait prétendu ne pas s'y rencontrer, y a été récemment démontré par Bruecke (1). L'urine des oiseaux contient beaucoup de bi-urate ammonique. L'urée existe, selon Coindet, dans celle des oiseaux carnivores, mais elle manque dans celle des oiseaux herbivores, qui contient de l'urate ammonique acide. Fourcroy et Vauquelin ont trouvé que l'acide urique faisait un soixantième du poids de l'urine d'autruche. On sait que l'urine des oiseaux est un liquide pultacé blanc, dont la couleur est due à l'urate ammonique. L'urine des serpents et des lézards est blanche aussi, et celle des serpents se concrète en une masse terreuse aussitôt après sa sortie du corps; elle contient de l'acide urique, des sur-urates potassique, iodique et ammonique, et un peu de phosphate calcique, mais sans traces d'urée, que Scholz (2) n'a point aperçue non plus dans l'urine des lézards. L'urine des reptiles nus et des tortues paraît être tout à fait différente; celle des grenouilles et des crapauds, d'après J. Davy, est un liquide tenant en dissolution de l'urée, du chlorure sodique et un peu de phosphate calcique. L'examen d'une quantité considérable d'urine jaune-brunâtre que j'ai trouvée dans la vessie d'une grosse *Testudo nigra*, apportée vivante par Meyen des îles Gallopagos, a prouvé à Magnus et à moi qu'elle ne contenait aucun vestige d'acide urique, mais bien 0,1 pour cent d'urée, et une matière colorante brune soluble dans l'eau, l'alcool, la potasse et l'acide chlorhydrique.

D'après cet aperçu, on voit que l'urée et l'acide urique, qui contiennent, la première 46 et le second 40 pour cent d'azote, ne varient pas constamment dans l'urine en raison de la nourriture des animaux : seulement, on rencontre chez les mammifères herbivores l'acide urobenzoïque, qui ne contient que 7 pour cent d'azote. Chevreul dit aussi avoir observé que l'urine des chiens qu'on nourrit uniquement de végétaux devient semblable à celle des herbivores, et qu'elle n'offre aucun vestige ni d'acide urique ni de phosphate calcique (3).

(1) MUELLER's *Archiv*, 1842, p. 91.
(2) FRORIEP's *Notizen*, p. 13, 119.
(3) HUENEFELD, *Physiologische Chemie*, t. I, p. 150.

ivant Schweig (1), la sécrétion de l'acide urique est assujetie à des oscillations ialières, qui reviennent régulièrement. Ce médecin a observé aussi une autre lation à période plus longue, puisqu'elle s'étend régulièrement jusqu'à six s, et à laquelle paraît se rattacher le caractère périodique des maladies.

'armi les maladies qui affligent le genre humain, on distingue la goutte, dans uelle l'urine, ordinairement très acide et sédimenteuse, contient plus d'acide ique, et qui se fait remarquer aussi par la composition des concrétions auxquelles e donne naissance dans les articulations, concrétions formées par de l'urate so-que, avec un peu d'urate calcique. Berzelius dit (2) que, durant l'état fébrile i accompagne les paroxysmes de la maladie, l'acide de l'urine, comme dans les res fièvres, diminue et disparaît (3). Peut-être la sueur des goutteux et des gra-ux contient-elle de l'acide urique.

outes ces circonstances rendent très probable que la source de la formation de le urique est bien plus profonde que le lieu où s'effectue son élimination, et cette formation a les connexions les plus intimes avec le genre de nourriture ématose. On sait que les aliments tirés du règne végétal diminuent l'acide ie dans l'urine.

un autre côté, il est certain que la décomposition continuelle de matière ani-qui est inséparable de l'exercice de la vie et indépendante de la nourriture, avoir de l'acide urique pour résultat, comme chez les serpents, les insectes et maçons.

cide urobenzoïque (4) se rencontre, combiné avec de la soude, dans l'urine nimaux herbivores, et parfois aussi chez l'homme, particulièrement chez les

Untersuchungen ueber periodische Vorgange im gesunden und kranken Organismus. rahe, 1843.

Traité de chimie, t. VII, p. 404.

Cette assertion n'est pas exacte quant à l'acide urique. Becquerel, qui, ainsi qu'on l'a vu demment, fixe entre 0,4 et 0,6 les oscillations de la quantité physiologique de cet acide ne en vingt-quatre heures (sur 1,000 parties d'urine), a trouvé que la proportion de l'acide augmenter et diminuer. Elle augmente : 1° par suite d'une perturbation en quelque sorte logique, dans les accès de colère, les émotions vives, l'ivresse, l'usage habituel d'une riture abondante, substantielle et excitante ; 2° par l'effet de la fièvre, quelle que soit la organique ou fonctionnelle qui lui ait donné naissance et la maladie à laquelle elle soit on l'a vu aller à 2,780 dans la fièvre de lait, et 2,188 dans la varioloïde ; 3° par suite d'un le fonctionnel général intense, quelle que soit également la cause qui l'ait déterminée, me accès de dyspnée dans l'emphysème pulmonaire ou les maladies du cœur, douleurs très s, convulsions, délire ; 4° dans les maladies du foie. Elle reste normale ou à peu près chez lades atteints d'un mouvement fébrile plus ou moins intense, de désordres fonctionnels, aladies du cœur ou du foie, mais qui sont fortement débilités ou ont en eux une cause d'é-ment. Elle diminue dans la chlorose, dans l'anémie, chez les sujets plongés dans un état nique, affaiblis par des évacuations sanguines ou des pertes quelconques ; on l'a vue des-re à 0,086 dans la chlorose. (*Note du trad.*)

) Ou plutôt *hippurique*. M. Millon (*Études de chimie organique*, Lille, 1849, p. 91) en tiré jusqu'à 9, 10 et 11 grammes d'un litre d'urine fraîche, mais sans avoir pu jusqu'ici uvrir aucune relation entre la présence de cet acide et l'état du sujet. L'acide hippurique a e disparu de l'urine des malades qui le lui fournissaient en aussi grande abondance, du au lendemain, sans changement dans le régime ni dans la maladie. Il suffit, quand l'urine comme contient de grandes quantités d'acide hippurique, d'y ajouter un vingtième environ n volume d'acide hydrochlorique concentré, et d'abandonner le mélange au repos. Au bout

enfants. On l'obtient en évaporant l'urine jusqu'à un huitième et plus, la m alors avec de l'acide chlorhydrique, dissolvant le précipité dans un mélange d drate calcique et d'eau, versant de l'acide chlorhydrique dans la liqueur, et lai cristalliser celle-ci par un refroidissement lent. Il forme de longs prismes tr parents, à quatre faces, terminés par un sommet dièdre. Il est insipide, ou tout au plus qu'une faible saveur amère, et rougit fortement le papier de tourn humide. Suivant Liebig, c'est un acide particulier, et non une combinaison d'a benzoïque avec une matière animale. Comme il donne de l'ammoniaque quand le décompose, il appartient à la série des matières azotées. Ce caractère le disting de l'acide benzoïque, qui d'ailleurs en est la source, puisqu'il se rencontre da plusieurs végétaux. Il est peu soluble dans l'eau froide, et davantage dans l'ea bouillante. L'alcool le dissout mieux que l'eau. Il n'est soluble qu'en petite pr portion dans l'éther. D'après Liebig, il est composé de carbone 63,932, hydro gène 5,000, azote 7,337, et oxygène 24,631.

L'*acide lactique* est, suivant Berzelius, un produit général de la décompositi spontanée des matières animales dans l'intérieur du corps. Il se forme en grand quantité dans les muscles; le sang le sature, au moyen de son alcali, et il se sé pare de ce liquide dans les reins de l'homme et des animaux à urine acide. C'est à lui principalement que l'urine doit son caractère acide, quoiqu'elle contienne aussi des surphosphates ammonique et calcique. 100 parties de résidu sec de l'urine contiennent, d'après Lehmann, 2,309 d'acide lactique libre et 1,7 de lactates (1).

Il existe dans l'urine de l'homme des sulfates et des phosphates. Berzelius pr sume que les acides de ces sels sont produits par l'action chimique des reins; les autres liquides du corps ne nous offrent que des traces de sulfates et très p de phosphates, tandis qu'au contraire il y a beaucoup des uns et des autres

de vingt-quatre heures, l'urine se remplit de longs cristaux d'acide hippurique assez pur, ce dant quelquefois coloré en rouge ou en brun.

Dans quelques cas de maladies particulières, telles que les névroses (la chorée), l'urine femmes contient une quantité considérable d'acide hippurique (3 ou 4 pour cent), ainsi démontrent les observations de M. Pettenkofer (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, bre 1844).

MM. Verdeil et Dollfus (*Comptes rendus de la Soc. de biologie*, 1849, p. 187) vienn constater la présence de l'acide hippurique dans le sang de bœuf, cette substance n'ava trouvée jusqu'à présent que dans l'urine des herbivores et dans celle de l'homme; nulle ailleurs elle ne s'était présentée à l'observation des chimistes. L'absence de ce corps dans l' des carnivores a fait penser qu'il était produit par les aliments végétaux et qu'il n'était comme on l'admet pour l'urine et l'acide urique, un produit de la transformation des existants; cependant on a trouvé la quantité de cet acide hippurique augmentée dans l' de certains malades, qui ne prennent presque point de nourriture; on l'a aussi trouvé l'urine de tortues qui n'avaient pas mangé depuis plus de six semaines; de plus, l' hippurique contient de l'azote. Ces faits indiqueraient que l'acide hippurique est bien, l'urine, un produit de la transformation des tissus. L'acide benzoïque a la singulière p de se transformer, dans l'organisme, en acide hippurique, c'est-à-dire que, lorsqu'on une certaine quantité d'acide benzoïque, on trouve dans l'urine une grande quantité d' hippurique. On ne peut ainsi rien décider sur le rôle de cette substance dans l'organism nouvelles recherches sont indispensables; car la présence de l'acide hippurique dans le vient de donner à ce corps une importance nouvelle. É. L.

(1) *V.*, pour ses variations dans les maladies, LEHMANN, *Physiologische Chemie*, t. I, p.

ine. La conséquence ne découle cependant pas nécessairement des prémisses. zelius pense aussi que le soufre contenu dans la fibrine, l'albumine, etc., est verti en acide sulfurique dans les reins, pendant que les autres éléments se ibinent de manière à produire de l'ammoniaque, de l'urée, etc., et que la même se s'applique au phosphore qu'on trouve dans plusieurs parties solides du corps. s phosphates manquent dans l'urine des animaux herbivores, où ils sont remtés par des carbonates. Les expériences de Berzelius et de Woehler prouvent e l'urine humaine ne tient pas toujours de l'acide carbonique en dissolution. cide silicique de ce liquide paraît provenir des boissons. Les bases contenues is l'urine sont de la potasse, de la soude, de l'ammoniaque, de la chaux et de magnésie. Parmi les sels, on rencontre du chlorure potassique, du chlorure monique, du chlorure sodique, du phosphate calcique acide, au lieu d'être ique comme dans les os, et quelques traces de fluorure calcique. Je renvoie à vrage de Berzelius (1) pour tous ces détails, et pour la matière extractive de ine qui est soluble dans l'alcool anhydre. Chossat a publié un long travail, non eptible d'être présenté en extrait (2), sur les variations de la quantité des parsolides de l'urine suivant la nourriture, sans égard aux diverses substances qui tituent ce résidu.

ysten a comparé ensemble l'urine de la digestion et celle de la boisson. Cette ière contenait treize fois moins d'urée que l'autre, quatre fois moins de sul- de chlorures et de phosphates sodiques et ammoniques, et seize fois moins ide urique. L'urine inflammatoire (péritonite) contenait trois fois plus d'urée l'urine de la digestion, plus de sels solubles, et beaucoup d'albumine, qui iste pas dans l'urine saine. Pendant la période de froid des fièvres, la transpin cutanée est diminuée, et l'urine devient plus aqueuse, mais non, comme le : Berzelius, parce que l'eau, qui s'échappe ordinairement par la transpiration, alors du corps par les reins, car les malades urinent peu durant le froid fébrile. que la fièvre se développe davantage, dans la période de chaleur, l'urine det plus foncée, et commence à donner un précipité par le chlorure mercurique, ne la précipite pas tant qu'elle est suffisamment acide. Plus l'état du malade rave, plus l'urine devient saturée : alors elle commence à être précipitée, ord par l'alun, puis aussi par l'acide azotique : ces deux réactifs annoncent la proportion de l'albumine y va en augmentant. Lorsque la fièvre cesse, le libre reparaît tout à coup dans l'urine, dont la couleur s'éclaircit, et qui ouble par le refroidissement : on a coutume de dire alors qu'il se fait une crise es urines ; mais le sédiment qui se forme ne contient point une matière morne évacuée : il s'y trouve seulement un peu plus de matière colorante rouge l'ordinaire, et quelquefois aussi une petite quantité d'acide azotique, à un état nu de combinaison. Dans les fièvres intermittentes, l'urine offre ces trois états que paroxysme (3).

Traité de Chimie, t. VII, p. 358.

Journal de Physiologie, par Magendie, t. V, p. 65-225.

BERZELIUS, *Traité de chimie*, t. VII, p. 402. — Mueller fait déjà remarquer, mais sans ne y attacher d'importance, que Duvernoy a toujours trouvé acide l'urine des fébricitants. e nom d'*urines fébriles*, Becquerel (*loc. cit.*, p. 198) désigne celles qui reconnaissent le uvent la fièvre pour condition générale de leur développement. Il en admet trois variétés :

L'urine critique peut donc être considérée comme contenant les produits naires de la décomposition dont la vie s'accompagne, produits qui avaient été tenus pendant l'état de fièvre. Cette décomposition, qui a lieu partout dans les sains, joue certainement aussi un rôle dans la résolution des produits maté des maladies inflammatoires; il est probable que les productions pathologiq fibreuses et albumineuses, se décomposent en matériaux de l'urine, et qu'elles stituent ce qu'on appelait autrefois la matière peccante, mêlée avec cette derni

1° urines fébriles proprement dites, chez des sujets atteints de fièvre ou de désordres fonctionnels intenses, quelle que soit la maladie qui ait donné naissance à ces deux ordres de symptômes; 2° urines fébriles, développées dans les mêmes circonstances que les précédentes, mais chez des sujets faibles, débiles, épuisés; 3° urines fébriles, rendues aussi dans les mêmes circonstances, mais sans que la quantité d'eau ait été sensiblement influencée. Voici les moyennes de plusieurs analyses :

	1re variété.	2e variété.	3e variété.
Quantité d'urine rendue en vingt-quatre heures.	685,050	668,916	[illegible]
Densité de l'urine.	1021,840	1014,700	[illegible]
Eau.	660,364	643,147	[illegible]
Somme des matières tenues en dissolution. . .	24,686	15,769	[illegible]
Urée.	8,996	4,456	[illegible]
Acide urique.	0,999	0,497	[illegible]
Sels inorganiques.	4,489	4,392	[illegible]
Matières organiques.	9,842	6,424	[illegible]

Ainsi, dans la première variété, diminution considérable de la quantité d'eau, diminution proportionnellement moins considérable de la somme des éléments chimiques tenus en dissolution dans ce liquide, diminution de la quantité d'urée, augmentation de celle d'acide urique, qui va au moins au double, et diminution de la quantité des sels inorganiques; dans la seconde variété, diminution de l'eau, à peu près la même que dans les cas précédents; diminution proportionnelle plus considérable de la somme des matières organiques (d'où la moindre densité), diminution notable de l'urée et des sels; l'acide urique est dans les proportions normales ou un peu augmenté, mais il est concentré dans l'eau diminuée; dans la troisième variété, quelquefois augmentation, parfois diminution de l'eau, diminution des matières dissoutes, de l'urée et des sels inorganiques; l'acide urique est diminué ou à peu près normal.

L'augmentation de l'acide urique est un fait constant dans la fièvre typhoïde, à laquelle paraît devoir être rapportée la maladie qu'avait en vue Berzelius. L'albumine, d'après Rayer, Becquerel et Andral, ne vient se mêler à l'urine que rarement, et toujours en fort petite quantité. Quant aux fièvres intermittentes, Becquerel dit que l'urine, dans l'intervalle des accès, paraît se rapprocher d'autant plus de son état normal que les accès sont moins longs et plus éloignés les uns des autres. Quant aux accès eux-mêmes, seize fois sur vingt-deux, l'urine resta la même durant les trois périodes, et fut alors semblable à ce qu'elle était dans l'intermittence, c'est-à-dire que sept fois elle ne dévia pas du type normal, et que neuf fois elle présenta les caractères fébriles. Deux fois, l'urine, claire, peu colorée, peu acide, peu dense pendant le frisson, devint pendant la chaleur et la sueur, plus foncée en couleur, plus acide et plus dense. Quatre fois enfin, l'urine, de couleur foncée, d'une assez grande acidité, et assez dense pendant le frisson, conserva ces caractères pendant les deux autres périodes : seulement, elle devint alors sédimenteuse, sans toutefois que sa densité augmentât. Ces indications précises ne confirment pas, comme on voit, l'opinion généralement admise sur les qualités que revêt l'urine pendant les accès de fièvre intermittente. A l'égard du sédiment briqueté, qu'on regarde comme un des traits caractéristiques de cette maladie, il n'est point constant, et Andral pense qu'il ne se montre que quand la fièvre, intense et prolongée, se termine par une sueur très abondante et s'accompagne, soit de graves désordres fonctionnels, soit de congestions très prononcées vers certains organes.

(*Note du trad.*)

este, l'excrétion des principes constituants naturels de l'urine est placée sous
ıence des nerfs rénaux, après la ligature desquels elle cesse tout à fait, ou en
le partie ; de sorte que Marchand (1) a trouvé alors de l'urée dans le sang et
les matières vomies.

oehler a fait une série d'expériences très soignées sur le passage de diverses
ances du canal intestinal dans l'urine (2). Voici quels en sont les résultats :

Matières qu'on ne peut pas retrouver dans l'urine : le fer (3), le plomb,
ol, l'éther sulfurique, le camphre, l'huile de Dippel, le musc et les matières
rantes de la cochenille, du tournesol, du vert de vessie et de l'orcanette.
ide carbonique, non plus, n'est pas plus abondant dans l'urine après l'usage
boissons qui en sont chargées.

Matières qu'on retrouve dans l'urine, mais altérées, décomposées : cyanure
o-potassique (converti en cyanure ferroso-potassique), tartrates, citrates,
tes et acétates potassiques et solides (convertis en carbonates), sulfhydrate
ısique (en grande partie converti en sulfate). Le soufre passe dans l'urine à
d'acides sulfurique et sulfhydrique, l'iode à celui d'iodures, les acides oxalique,
ique, gallique, succinique et benzoïque à celui d'oxalates, tartrates, gallates,
nates et benzoates. (Ure a trouvé que l'organisme convertit l'acide benzoïque
ide urobenzoïque, ce qui doit résulter de sa combinaison avec une substance
ale. L'acide cinnamylique subit la même conversion, suivant Marchand).

Matières qu'on retrouve dans l'urine, sans qu'elles aient subi aucun change-
: carbonate, chlorate, azotate et sulfate potassique ; sulfhydrate potassique
grande partie décomposé), cyanure ferroso-potassique, borate sodique, chlo-
barytique, silicate potassique, tartrate niccolo-potassique ; beaucoup de ma-
colorantes, comme celle du sulfate d'indigo, gomme-gutte, rhubarbe, ga-
, bois de Campêche, betteraves, baies d'airelle, mûres, merises ; beaucoup
atières odorantes, en partie altérées, l'essence de térébenthine (sentant la
te), les principes odorants du genièvre, de la valériane, de l'assa-fœtida, de
du castoréum, du safran, de l'opium, les principes stupéfiants du bolet des
tschadales, et aussi, dans l'état de maladie, l'huile grasse. Au reste, il ne passe
l'urine que des substances dissoutes, et aucune qui soit grenue. J'ai déjà
du passage non prouvé du pus dans le sang et l'urine (4).

s substances qui ne passent pas dans l'urine sont éliminées par d'autres voies,
ne le camphre par la perspiration, ou subissent, dans le canal intestinal, un
gement qui les rend insolubles.

oehler appelle aussi l'attention sur une circonstance importante : c'est que les
qui sont éliminés par l'urine activent aussi pour la plupart la sécrétion de ce
le. Pour ce qui concerne d'autres substances, qu'on a décorées du nom de

Journal fuer praktische Chemie, t. XI, p. 149.

TIEDEMANN's *Zeitschrift*, t. I.

Becquerel a constaté (*loc. cit.*, p. 131) qu'une bonne partie du fer administré aux chlo-
es passe par les urines. (*Note du trad.*)

Le passage de l'arsenic et de l'antimoine dans l'urine a été démontré par les expériences
la : il s'opère très rapidement, et c'est même par la voie de la sécrétion rénale qu'a lieu
t l'élimination de ces deux métaux. Cantu a retrouvé le mercure dans l'urine, et Que-
le sulfate de quinine. (*Note du trad.*)

diurétiques, il faut remarquer, ce que les médecins prendront sans doute en considération, qu'elles n'y ont aucun droit fondé; la digitale, entre autres, agit suivant lui, en supprimant la cause de l'hydropisie, de sorte qu'ensuite l'eau s'échappe d'elle-même par son émonctoire ordinaire. Le quinquina, employé contre les hydropisies qui succèdent à la fièvre intermittente, serait en ce sens un diurétique.

Il résulte des recherches de Woehler que les reins ont pour fonction d'éliminer, non seulement l'urée et l'acide urique, mais encore toutes les substances solubles, non volatiles, et non décomposées dans l'intérieur du corps, notamment l'eau en excès. Lorsque l'élimination de l'eau par les reins est empêchée par l'accumulation de ce liquide sur d'autres points, comme dans l'hydropisie, l'urine prend une teinte plus foncée, due à la concentration plus grande de la matière colorante ordinaire, sans qu'on puisse conclure de là autre chose, sinon qu'il se sécrète moins d'eau.

Les carbonates alcalins rendent l'urine alcaline, et dissolvent l'acide urique. Leur administration est un moyen assez certain de combattre la diathèse urique (1). Comme les acides végétaux et leurs sels alcalins se convertissent en carbonates alcalins, pendant leur passage des voies digestives dans l'urine, on peut les employer aussi contre cette diathèse. Cependant ce moyen ne convient guère que dans le cas de gravelle et de petites pierres; car, dans celui des gros calculs vésicaux, l'alcalescence de l'urine rend les phosphates terreux insolubles, de sorte qu'ils peuvent contribuer à grossir le corps étranger. L'acide benzoïque fait repasser l'urine alcaline au caractère acide, suivant Ure, et empêche le dépôt des phosphates terreux (2).

(1) Cette assertion est moins hasardée. Aucun fait positif n'a jusqu'ici établi l'efficacité des boissons alcalines contre la diathèse d'acide urique; mais il y en a qui constatent qu'elles peuvent accroître le volume des calculs d'acide urique, sinon même déterminer la formation de calculs d'urates alcalins. *Voy.* CIVIALE, *Traitement médical et préservatif de la pierre et de la gravelle.* Paris. 1840. (*Note du trad.*)

(2) M. Verdeil a lu à la *Société de biologie* une note sur la composition des sels du sang, et leurs rapports avec la formation des calculs vésicaux. Il importe de savoir quelle influence peut avoir la nourriture sur la composition des sels du sang, quelle est la différence entre le sang des herbivores et des carnivores, et la composition du sang de l'homme suivant les régimes auxquels il est soumis. Cette question, une fois éclaircie, aidera à expliquer certains phénomènes, particulièrement sur l'état de l'urine et sur la formation des calculs vésicaux. M. Verdeil soumit à l'analyse du sang de bœuf, de mouton, du sang de cochon mis à une nourriture mélangée, du sang de veau, du sang de chien nourri de viande, puis du sang de chien nourri de pommes de terre et de pain, enfin du sang d'homme. Le résultat de ses analyses a été que, par la nourriture et le régime, on pouvait changer la nature du sang; que les animaux nourris exclusivement de viande avaient, au bout de peu de temps, un sang dont les cendres contenaient une très grande quantité d'acide phosphorique combiné à des alcalis, et que les carbonates disparaissaient; tandis que les animaux nourris de végétaux avaient un sang contenant une grande quantité de carbonates alcalins et peu de phosphates.

Voilà une différence énorme. Voyons ce qui se passe dans les deux espèces de régime, le régime animal et le régime végétal. Si l'on brûle un morceau de viande, si on le réduit en cendres, on trouvera que ce résidu contient une masse d'acide phosphorique combiné à des alcalis, et qu'il n'y a pas trace de carbonates alcalins. Les analyses des cendres du sang d'un chien nourri pendant dix-huit jours exclusivement de viande, ont démontré que la quantité d'acide phosphorique

limination de l'eau superflue dans le sang paraît s'accomplir avec une rapidité
rdinaire et presque simultanément avec l'introduction du liquide dans la
du sang sur un point quelconque de l'économie. Les boissons sont presque

combinée à des alcalis s'élevait au chiffre considérable de 12,75 pour 100. Le même chien, pendant quinze jours avec du pain et des pommes de terre, avait un sang qui ne contenait ue 9 pour 100 de phosphates alcalins. Si l'on avait pu nourrir le même animal uniquement gétaux, son sang n'aurait plus contenu qu'une très petite quantité de phosphates alcalins, 3 pour 100, comme le sang de bœuf et de mouton. Chez les herbivores, c'est le contraire : portion des carbonates alcalins est très forte, et il n'y a que très peu de phosphates. ant donc admettre qu'avec la nourriture seule on peut faire éprouver des changements no- au sang. Ceci est d'autant plus important que ces changements ne peuvent avoir lieu que nourriture, et que les sels, les carbonates, par exemple, ne rempliront pas le même rôle. fet, si l'on continue à manger de la viande, la quantité de phosphate ne variera pas, et il a nullement neutralisé par les sels qu'on pourrait faire prendre au malade; ensuite l'acide nique qu'on voudrait introduire sous la forme de bicarbonate, ne remplira pas du tout me rôle que l'acide carbonique qui se forme dans le sang par les végétaux et les acides ux. En effet, les bicarbonates seront bientôt décomposés par les acides qui se trouvent l'estomac. L'acide carbonique, qui ne ressort pas immédiatement, se dissout dans les li- s ambiants, arrive dans le sang et en ressort par la respiration; aussi est-ce une erreur de qu'on forme des carbonates dans le sang, lorsqu'on en fait prendre sous forme de sels niques. Cet acide carbonique ne joue aucun rôle dans le sang; c'est déjà une excrétion; te dissous jusqu'à ce qu'il sorte par la respiration. Il n'en est pas de même de l'acide carbo- qui se forme des végétaux ou des acides végétaux; ceux-ci subissent dans le sang une vraie ustion, qui produit de l'acide carbonique combiné avec des alcalis; cet acide carbonique est isé pour ainsi dire, il ne quitte plus l'alcali avec lequel il est combiné, et c'est sous cette qu'il peut avoir de l'influence sur la composition du sang. Mais c'est surtout sur la forma- les calculs vésicaux que la nourriture aura beaucoup d'influence. Les calculs, chez me, sont le plus souvent composés d'acide urique, d'urates et de phosphates. L'acide e est très peu soluble dans l'eau, et encore moins dans l'urine acide. La cause de l'acidité rine n'est autre que l'acide phosphorique, qui provient de la nourriture animale, ou du des pois, des lentilles, etc. Il faudra donc faire disparaître cette acidité et la rendre alca- or, rien n'est plus facile que de rendre l'urine alcaline, en se nourrissant de légumes, de de pommes de terre, de substances amidonnées, d'un peu de riz. L'urine, chez l'homme, pas plus normale lorsqu'elle est acide que lorsqu'elle est neutre ou acide; tout dépend de rriture, et elle est normale dans tous les cas (*Comptes rendus de la Société de biologie*, p. 71).

mparez p. 527 note 3, des remarques de M. Millon, sur la composition du sang d'après la iture. Comparez aussi le travail de M. Bernard, sur les *Différences que présentent les mènes de la digestion chez les animaux herbivores et carnivores* (*Comptes rendus de témie des sciences*, t. XXII, 23 mars 1846). Ce travail a pour objet de rechercher si les s aliments, en se digérant, donnent lieu aux mêmes phénomènes apparents dans la com- n du chyle et de l'urine, chez les animaux herbivores et carnivores. Comme point de t des expériences, il fallait soumettre des animaux herbivores et carnivores à un régime identique. M. Bernard pensa que le moyen le plus simple d'arriver à ce résultat était de d'abord ces animaux d'aliments, en les laissant tous complétement à jeun. Cette première ence fit trouver un fait qui n'avait pas encore été observé, c'est que, sous l'influence de nence, les urines des herbivores (lapins, chevaux) qui habituellement sont troubles, es, chargées de carbonates, pauvres en phosphates et en urée, prirent les caractères des des carnivores, et devinrent claires, acides, et riches en urée et en phosphates. Si bien, bout de deux jours de privation d'aliments, par exemple, tous les animaux eurent des de carnivores. On comprend, en effet, que des animaux à jeun soient de vrais carnivores, alors les phénomènes de la nutrition s'accomplissent aux dépens des éléments mêmes du

É. L.

entièrement absorbées dans l'estomac, et n'arrivent point en masse, même d l'intestin grêle.

Suivant Westrumb, deux à dix minutes suffisent pour que le cyanure de pot sium passe dans l'urine. Stehberger a fait, chez un enfant atteint d'inversion la vessie, des expériences sur le temps que diverses substances mettent à effectu le passage (1) ; la garance et l'indigo annonçaient leur présence dans l'urine 15 minutes, la rhubarbe et l'acide gallique en 20, le bois de Campêche en 25, l principe colorant de l'airelle en 30, celui des merises et le principe astringent de la busserolle en 45, la pulpe de casse en 55, le cyanure ferroso-potassique en 60, le rob de sureau en 75. Toutes ces substances commencèrent à diminuer dans l'urine ; la garance au bout d'une heure, les merises, la teinture d'indigo et le bois de Campêche au bout d'une heure et un quart, la teinture de rhubarbe au bout d'une heure et un tiers, la busserolle au bout d'une heure et trois quarts, l'airelle au bout de deux heures, l'acide gallique au bout de deux heures et demie, la casse au bout de quatre heures. Elles disparurent tout à fait de l'urine, le cyanure ferroso-potassique au bout de quatre heures moins un quart, l'indigo au bout de quatre heures et demie, la rhubarbe au bout de six heures vingt minutes, le bois de Campêche au bout de sept heures moins un quart, la busserolle au bout de sept heures vingt minutes, l'airelle au bout de neuf heures moins un quart, la garance au bout de neuf heures, l'acide gallique au bout de onze, la casse au bout de vingt-quatre.

L'urine s'amasse dans la vessie, dont le sphincter est habituellement fermé, comme celui de l'anus. Lorsque la quantité du liquide est devenue assez considérable, le corps de l'organe se contracte, pour vaincre la résistance du sphincter. Cependant nous pouvons retenir l'urine par l'action du muscle bulbo-caverneux, et peut-être aussi par un accroissement volontaire de la contraction du sphincter. Lorsque l'émission de l'urine a lieu par le fait de la volonté, les contractions du diaphragme et des muscles abdominaux y contribuent quelquefois, en resserrant la cavité du bas-ventre. La contraction de la vessie n'est pas toujours soumise à la volonté ; mais il paraît que nous pouvons acquérir quelque empire sur elle, lorsque l'irritation de l'organe s'accroît peu à peu par l'accumulation du liquide dans son intérieur. L'érection et l'émission de l'urine sont deux actes qui s'excluent réciproquement. Quand la partie inférieure de la moelle épinière est frappée de paralysie, il y a incontinence d'urine (2).

(1) TIEDEMANN's *Zeitschrift*, t. II, p. 47.

(2) La théorie du sucre dans l'économie animale vient d'être créée par les découvertes de M. Cl. Bernard (*De l'origine du sucre dans l'économie animale*, *Mémoires de la Société de biologie*, 1849, p. 121). On avait observé que, pendant la digestion d'une alimentation sucrée ou féculacée, le sang de l'homme et des animaux contient du sucre, et l'on s'était appuyé sur ce fait pour en conclure que le sucre est fourni en nature par les aliments. M. Bernard, répétant les expériences, a reconnu qu'il existe constamment du sucre dans le sang des animaux avec tous les régimes alimentaires. Ainsi, un animal n'ayant mangé que de la viande et chez lequel on a constaté l'absence de matière sucrée dans les voies digestives, n'en a pas moins offert du sucre dans le sang.

D'où provient le sucre qui existe dans le sang des animaux nourris avec de la viande ? Il était bien présumable que la matière sucrée n'avait pas été fabriquée dans le cœur, où on l'a rencontrée, mais qu'elle y avait été simplement transportée d'un point quelconque de l'organisme.

LIVRE TROISIÈME.

PHYSIQUE DES NERFS.

SECTION I.

DES PROPRIÉTÉS DES NERFS EN GÉNÉRAL.

CHAPITRE PREMIER.

De la structure des nerfs.

Formes principales du système nerveux.

:ème nerveux se présente sous deux formes principales, dans le règne ;elle qui appartient aux animaux vertébrés, et celle qui est propre aux sans vertèbres. Chez les premiers de ces êtres, le cerveau est imperforé, ıine par un prolongement, auquel on donne le nom de moelle épinière ;

portant, ayant fait un repas copieux d'os et de viande cuite, fut assommé sept heures ;xamina : 1° les matières alimentaires contenues dans l'estomac et dans l'intestin grêle ; ıtaient une réaction acide, et ne donnèrent pas aux réactifs la moindre trace de sucre ; blanc rosé extrait du canal thoracique ; il laissa séparer un sérum laiteux, alcalin, l on constata l'absence du sucre ; 3° le sang de la veine porte ; il se coagula et laissa un sérum opalin, légèrement lactescent et alcalin, où l'on constata la présence d'une : quantité de sucre ; 4° le sang du ventricule droit du cœur ; il se coagula bientôt en un sérum alcalin et lactescent, où les réactifs démontrèrent beaucoup de sucre, mais rande quantité pourtant que dans le sang de la veine porte.

bien que ce sucre de la veine porte provînt de quelque organe voisin, attendu que les vaisseaux n'avaient probablement pas la propriété de le sécréter. En conséquence, d fit l'expérience suivante : Ayant tué aussi rapidement que possible, c'est-à-dire en econdes, par la section du bulbe rachidien, un chien en digestion de matières alimenıptes de sucre ou d'amidon, il ouvrit immédiatement la cavité abdominale, puis, avec nde célérité possible, il apposa des ligatures : 1° Sur des rameaux veineux qui émaıtestin grêle, non loin de cet intestin ; 2° sur la veine splénique, à quelques centia rate ; 3° sur les rameaux veineux sortant du pancréas ; 4° sur le tronc de la veine nt son entrée dans le foie. Incisant ensuite ces différentes veines derrière les ligatures ɔu, autrement dit, entre la ligature et l'organe, il put recueillir séparément le sang de l'intestin grêle, de la rate, du pancréas, et celui qui refluait du foie : 1° Dans le eines intestinales, de même que dans les matières que l'intestin contenait, l'absence ıt constatée ; 2° le sang provenant de la rate ne contenait non plus aucune trace de ans le sang des veines pancréatiques il ne s'en trouva pas davantage ; 4° enfin, dans reflua en grande abondance des veines hépatiques, après l'ouverture du tronc de la

chez les autres, il représente toujours un anneau, traversé par l'œsophage, et offre deux renflements, l'un au-dessus de ce canal, constituant le cerveau proprement dit, l'autre au-dessous : de celui-ci part le reste du système nerveux, tantôt consiste en des nerfs distincts les uns des autres, tantôt, comme chez

veine porte au-dessus de la ligature, il rencontra des quantités énormes de sucre. En voyant sang du foie contenir tant de sucre, M. Bernard présuma que le tissu de l'organe devait en renfermer. Il analysa donc une portion du foie de ce chien, et il y trouva des quantités très considérables de sucre, tandis que le tissu de la rate, du pancréas, des ganglions mésentériques du même animal, également lavés et examinés avec soin, n'en dénotèrent aucune trace aux réactifs.

Dès lors, il fut évident que c'était du foie que le sucre provenait.

Mais comment, dira-t-on, le sucre se rencontrait-il dans le sang de la veine porte et dans les veines hépatiques ? En supposant qu'il fût formé dans le tissu du foie, le courant sanguin aurait dû l'emporter dans le sens des veines sus-hépatiques, du côté du cœur, et l'empêcher de refluer par les veines hépatiques dans la veine porte. Cette présence du sucre dans la veine porte est accidentelle, tenant à l'ouverture de la cavité abdominale et à l'issue des viscères abdominaux. Car M. Bernard a pu l'éviter, après en avoir connu la cause, en plaçant une ligature sur la veine porte à son entrée dans le foie, avant d'opérer le débridement ou l'éventration de l'animal.

Ainsi, à l'état physiologique, il n'existe pas de sucre dans le sang qui entre dans le foie.

Pour trouver le sucre dans le foie, il suffit de prendre une certaine quantité du tissu de l'organe, de le broyer dans un mortier ou autrement, après quoi on le fait bouillir pendant quelques instants avec une petite quantité d'eau, puis on le filtre pour obtenir le liquide de la décoction. Ce décoctum, qui ordinairement présente un aspect opalin, possède tous les caractères d'un liquide sucré. Il brunit lorsqu'on le fait bouillir avec la potasse, et il réduit, dans de semblables circonstances, le tartrate double de potasse et de cuivre. Si l'on ajoute de la levure de bière avec une température convenable, au bout de très peu de temps la fermentation s'établit et marche activement. On constate que c'est de l'acide carbonique qui se dégage, et, lorsque la fermentation est achevée, si l'on distille le liquide restant, on obtient de l'alcool qui, suffisamment concentré par plusieurs distillations, s'enflamme et se reconnaît à tous ses caractères.

La recherche du sucre dans le sang se fait très simplement. Lorsque le sang est extrait du cœur ou des vaisseaux, on le laisse coaguler, et, prenant dans un tube fermé par un bout une partie du sérum qui s'est séparé, on y ajoute environ un sixième en volume de tartrate double de cuivre et de potasse ; puis, faisant bouillir le mélange, il s'opère une réduction du sel de cuivre proportionnel à la quantité du sucre contenue dans le sérum. Ce mode d'opérer, bien simple et très rapide, dénote les moindres traces de sucre. Il est un point qu'on ne doit jamais perdre de vue quand on recherche le sucre dans le sang : c'est que ce principe s'y détruit spontanément avec une grande rapidité, de sorte qu'il faut agir sur le sérum aussi vite que possible et immédiatement après sa séparation.

Le sucre qu'on rencontre dans le foie est du sucre de diabète.

On sait maintenant que le sucre qu'on rencontre dans le corps des animaux se trouve spécialement concentré dans leur foie. Mais d'où provient-il définitivement ? On pourrait dire que le sucre est seulement déposé ou accumulé dans l'organe hépatique par suite des alimentations anciennes. En effet, les animaux nourris avec la viande avaient sans doute, objectera-t-on, mangé précédemment du pain ou du sucre ; et, comme ces substances, absorbées par la veine porte, ont dû de toute nécessité traverser le tissu du foie, on pourrait supposer que le foie aurait retenu en partie la matière sucrée. M. Bernard mit à l'abstinence d'aliments solides et liquides un chien pendant huit jours ; après ce temps, l'animal a été nourri durant onze jours abondamment et exclusivement avec de la viande cuite. Le dix-neuvième jour de sa séquestration, l'animal a été tué en pleine digestion. Son sang contenait beaucoup de sucre, et le tissu du foie fournissait des quantités tout aussi abondantes que dans les autres cas.

Ainsi le foie n'est pas un simple réceptacle du sucre des aliments ; car, après dix-neuf jours, l'élimination du sucre aurait certainement dû être effectuée. Pour démontrer, par de nouvelles

annélides, les insectes, les crustacés et les arachnides, figure un cordon étendu d'avant en arrière, à la face ventrale du corps, sous l'intestin, et offrant des renflements ganglionnaires de distance en distance.

La question du parallèle à établir entre le système nerveux des animaux sans vertèbres et celui des animaux vertébrés occupe depuis longtemps les anatomistes et les physiologistes.

Ackermann, Reil et Bichat prétendaient que le système ganglionnaire des animaux invertébrés correspondait au nerf grand sympathique des vertébrés, et, après

arguments que la formation du sucre hépatique est indépendante des aliments, M. Bernard a constaté, sur de jeunes veaux pris aux abattoirs, que le sucre existe dans le foie en très grande proportion pendant la vie intra-utérine. Toutefois, ce n'est que vers le quatrième ou cinquième mois de la vie intra-utérine, que cette présence du sucre commence à se manifester dans le foie, et la proportion de ce principe augmente à mesure qu'on approche de la naissance.

Poursuivant ses recherches sur le sucre chez le fœtus, M. Cl. Bernard (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1850) a constaté un autre fait singulier : c'est que l'urine du fœtus, pendant la vie intra-utérine, contient normalement du glucose et se montre avec tous les caractères des urines des diabétiques. En effet, ces urines fermentent au contact de la levure de bière, en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique. Elles brunissent par les alcalis caustiques, et réduisent le tartrate de cuivre dissous dans la potasse. Il a constaté, dans les abattoirs de Paris, la présence constante du sucre de raisin dans l'urine chez plus de cent cinquante fœtus de vache ou de brebis. Les fœtus de vache examinés étaient en général âgés de quatre à sept mois, et les fœtus de brebis de six semaines à deux mois et demi de vie intra-utérine. Il n'avait pas encore pu examiner des fœtus à terme, afin de savoir si le sucre des urines disparaît au moment même de la naissance ou quelque temps avant. Il a constaté ensuite la présence du sucre dans le liquide allantoïdien et amniotique des fœtus de vache, de brebis et de truie. Seulement, ce principe n'y existe pas toujours en quantité égale, et plusieurs fois, sur des fœtus de vache de six mois et demi ou de sept mois, il n'a point trouvé de sucre dans les liquides de l'amnios et de l'allantoïde, bien qu'il y en eût cependant dans l'urine des mêmes fœtus.

La formation du sucre dans le foie est une fonction placée d'une manière immédiate sous l'influence du système nerveux. La section des nerfs pneumo-gastriques, un ébranlement violent du système nerveux, beaucoup de maladies font disparaître le sucre du foie.

M. Bernard a trouvé que, dans toute l'étendue du système nerveux, il existe un seul point limité de la moelle allongée, dont la lésion produit un effet inverse et exagère la production du sucre dans l'organisme, au point que les animaux présentent alors les phénomènes du diabète sucré, en ce sens qu'ils ont leur sang et leurs urines surchargées de matière sucrée.

Ajoutons, ce qu'a démontré aussi M. Bernard, que le sucre de canne ou de la première espèce ne peut pas être directement assimilé quand on l'introduit dans le sang. Il faut que préalablement il subisse l'influence des phénomènes digestifs ou une action analogue, pour être transformé en glucose ou sucre de la deuxième espèce.

Certains aliments étant susceptibles de fournir des quantités considérables de matière sucrée, on a pu les considérer comme la source unique d'où provenait le sucre qu'on rencontre dans le sang ou dans les fluides animaux. C'est, en effet, à cette explication qu'on s'est arrêté dans les théories actuellement régnantes sur la nutrition. On admet aujourd'hui que le sucre n'existe dans le sang des animaux qu'à la condition que ceux-ci aient préalablement mangé des substances qui en contiennent ou qui soient capables d'en produire. Or, d'une part, les faits chimiques nous apprennent qu'il n'y a que l'amidon, parmi les aliments, qui puisse se transformer en sucre ; d'autre part, rattachant cette question à une idée ingénieuse que les animaux ne forment aucun principe immédiat, et ne font que détruire ceux qui leur sont fournis par le règne végétal, on s'est cru suffisamment autorisé à refuser, de la manière la plus explicite, à l'organisme animal, la faculté de faire du sucre, et on ne lui a reconnu que la seule faculté de le détruire ou de le faire disparaître. Les découvertes de M. Bernard s'opposent à ce que l'on conserve cette manière de voir. É. L.

de longues discussions à ce sujet, l'analogie a été admise, dans ces derniers temps, par Desmoulins.

D'un autre côté, Scarpa, Blumenbach, Cuvier, Gall et J.-F. Meckel ont rejeté toute idée de rapport entre les deux systèmes. Ces anatomistes se fondaient sur des arguments d'un plus grand poids que ceux de leurs adversaires, et, pour la plupart, ils ont comparé sans hésitation le cordon ventral des animaux articulés à la moelle épinière des vertébrés. Meckel et Walther sont même allés plus loin, car ils ont soutenu que la continuation du cerveau dans le tronc, chez les invertébrés, devait être considérée comme produite par la réunion du système de la moelle épinière et de celui du grand sympathique, qui se séparent plus tard l'un de l'autre, en sorte que le système nerveux des invertébrés, concentrant en lui les deux ordres de fonctions, se rapprocherait davantage du type du grand sympathique chez les mollusques, et de celui de la moelle épinière chez les articulés.

Enfin Treviranus et E.-H. Weber se sont crus fondés à ne voir dans les nœuds de la chaîne ganglionnaire des animaux articulés que les représentants des ganglions des nerfs rachidiens. Il suit de là que, d'après leur opinion, les ganglions de la moelle ventrale des invertébrés devraient naissance à la réunion et à la fusion de ceux des nerfs rachidiens, et que les cordons qui les unissent ensemble figureraient, à eux seuls, les premiers rudiments de la moelle épinière des vertébrés.

L'opinion de Serres (1) est une modification de cette dernière. Suivant cet anatomiste, l'axe cérébro-rachidien n'existe pas chez les animaux invertébrés, dont le système nerveux central correspond aux ganglions du nerf trijumeau et aux ganglions invertébraux, ainsi qu'aux anses anastomotiques des nerfs rachidiens.

La question est tranchée aujourd'hui. On sait que la plupart des animaux articulés, spécialement tous les insectes, possèdent, indépendamment de la moelle ventrale ou de la chaîne ganglionnaire du côté inférieur de leur corps, un second système nerveux, destiné d'une manière exclusive aux viscères. On sait aussi que ce système nerveux, également composé d'une chaîne de ganglions très petits, acquiert son plus grand développement sur le canal alimentaire, en particulier sur l'estomac, par des plexus déliés qu'il y forme, mais qu'il a des racines qui le mettent en connexion avec le cerveau.

Meckel et Treviranus avaient déjà signalé incidemment l'analogie existant entre le nerf grand-sympathique et le nerf récurrent impair, décrit par Lyonnet et Swammerdam, qui court sur l'œsophage. Mais le nerf indiqué par Lyonnet n'est que l'expression la plus simple et la plus rudimentaire d'un système nerveux spécial, dont les formes développées ont été étudiées par moi chez des insectes de presque tous les ordres (2). Dans son état parfait, il naît du cerveau par des racines déliées, et, marchant le long de la face dorsale de l'œsophage, entre ce conduit et le cœur, il va gagner l'estomac, où il produit un plexus particulier, qui tire son origine d'un ganglion assez volumineux. Sous cette forme, sa partie stomacale ou centrale est toujours plus forte que sa partie supérieure, qui tient au cerveau par des filets émanés de renflements plus petits. Du reste, le tronc qui marche à la surface du canal intestinal offre certaines diversités; tantôt il est simple et impair en se ren-

(1) *Anat. comp. du cerveau.* Paris, 1827.
(2) *Nov. act. nat. cur.*, t. XIV.

estomac, où il forme son ganglion et son plexus, comme chez le dytique s ; tantôt il est double, comme, par exemple, chez le taupe-grillon, où les deux nerfs se renfle en un petit ganglion sur l'estomac musculeux. Les nes de Brandt ont donné une grande extension à nos connaissances relati- aux nerfs viscéraux des insectes, des crustacés, des mollusques et des es. Cet anatomiste a fait voir qu'il y en a, chez les insectes, deux systèmes, ir et l'autre impair. Les deux systèmes communiquent avec le cerveau. Le rme de petits ganglions sur l'œsophage, et parfois aussi, de chaque côté, stomac. L'impair est souvent plus prononcé, quand l'autre a beaucoup de ppement, et *vice versâ*. Lorsqu'il est très marqué, il produit un ganglion sur l'estomac (1).

enberg a découvert des traces de système nerveux chez les infusoires, ou du chez les rotifères.

formes les plus connues du système nerveux des animaux inférieurs peuvent apportées aux types suivants :

Type des radiaires; division en rayons périphériques; parties similaires à la hérie d'un centre.

forme primordiale du système nerveux est celle d'un anneau, de ce qu'on le *collier œsophagien* chez les animaux sans vertèbres. Cet anneau apparaît a forme la plus simple chez les radiaires. Là il est encore dépourvu de gan-, et ne se prolonge pas non plus en un cordon médullaire. La répartition de nbranchements est conforme à la configuration et à la division rayonnée de ial. Celui-ci ne s'allongeant pas en un corps articulé, il était impossible que ier œsophagien se continuât en un cordon médullaire. Répétition des mêmes s à la périphérie du cercle, telle est ici la forme primordiale de l'animal. Ces ions font que tous les nerfs du collier œsophagien sont égaux entre eux, un cordon n'est médullaire de préférence aux autres, et que nulle partie du ne joue le rôle spécial de cerveau. L'ensemble des branches rayonnantes ercle nerveux, dont aucune n'a de prééminence sur les autres, représente ce hez les animaux supérieurs, est le prolongement du collier œsophagien en un n médullaire.

Type des mollusques ; aboutissement des branches à un sac viscéral mus- r.

is la classe des mollusques, cette conformation primordiale subit des change- qui correspondent à ceux de l'organisation entière. La symétrie du type né a cessé, et l'absence de la segmentation propre aux autres animaux sans ires est un des caractères les plus essentiels. Le mollusque n'est qu'un enrou- t d'autant de viscères qu'il en faut pour constituer une individualité animale, es fonctions apparentes se bornent presque à un toucher purement passif et lente locomotion.

is retrouvons bien ici l'anneau nerveux comme type ; mais il n'y a pas de égaux et rayonnants pour des parties périphériques égales, puisque celles-ci ent point. On trouve des nerfs sensoriels, des nerfs viscéraux, des nerfs ilaires ; mais un système nerveux segmenté n'était point nécessaire, puisque

(1) *Mém. de l'Acad. de Pétersbourg*, 3. — *Ann. des sc. nat.*, 5, 81.

les viscères n'offrent pas de symétrie dans leur situation, et que le co point non plus divisé en séries successives de segments locomoteurs.

Ainsi le développement du système nerveux se réduit ici à ce que œsophagien et ses nerfs produisent des ganglions, qui deviennent autant d pour le rayonnement de la moelle nerveuse. Les degrés qu'il présente d sphère sont au nombre de deux.

a. Renflement supérieur et renflement inférieur du collier œsophagien ropodes); ganglions latéraux au collier, avec des renflements épars le nerfs qui émanent de ces ganglions (acéphales).

b. Collier œsophagien renflé en une masse cérébrale (céphalopodes).

3° *Type des animaux articulés.* Succession de segments analogues ou blables, et dont le contenu est analogue ou identique; segmentation dans l de la longueur.

Les animaux articulés ont pour caractère fondamental la répétition de p analogues ou similaires dans le sens de la longueur. L'animal se compose d succession d'anneaux, analogues ou pareils, qui renferment également des p analogues ou semblables du système vasculaire et des viscères. Les viscères ne plus enroulés et unis ensemble par un sac musculeux; ils s'étendent plus par lièrement suivant l'une des trois dimensions, celle en longueur, et le sac mu leux est divisé en une grande quantité de muscles distincts les uns des autres sont destinés aux parties articulées. Dans de telles conditions, le collier œsoph et ses ganglions doivent se répéter, ce qui produit le cordon ventral et les gan médullaires du corps articulé. Ici se rangent les annélides, les insectes, les cru et les arachnides.

Du reste, le cerveau paraît être placé au-dessus de l'œsophage chez les insectes, arachnides, crustacés et annélides, sans exception. En outre, ch insectes, on voit déjà le système nerveux particulier des viscères commencer montrer d'une manière plus prononcée, à la région dorsale du canal inte c'est sur l'estomac qu'il acquiert son plus grand développement, et il tient p racines tant au cerveau qu'à la moelle ventrale.

Pendant la métamorphose de la larve en chrysalide et de celle-ci en insecte fait, certains ganglions se confondent avec d'autres, et quelques uns dispara le tout suivant les besoins des parties qui sont parvenues à un plus haut de développement.

Chez quelques insectes, tous les ganglions et toutes les anses de la moell trale sont réunis en un cordon médullaire solide, duquel tous les nerfs du articulé partent en rayonnant, et qui se trouve uni au ganglion cérébral par l lier œsophagien encore ouvert. Tel est l'état du scarabée nasicorne, même à de larve.

On voit ici le type d'un cordon à ganglions passer à celui d'un cordon si de sorte que, quant à la morphologie, le cerveau et la moelle épinière, ensemble, semblent ne pas différer, autant qu'on pourrait le croire, du sy nerveux des animaux sans vertèbres. Il ne reste qu'une disposition partic à ces derniers: c'est que l'œsophage traverse le collier œsophagien. D'un côté, nous remarquons, chez les animaux vertébrés *inférieurs*, que la form ganglionnaire reparaît dans les points où des masses nerveuses considér

issent de la moelle épinière ; ce dont on peut citer pour exemples les ganglions ultiples qui existent à la portion cervicale de la moelle rachidienne des trigles, mme aussi les renflements visibles à l'origine des nerfs brachiaux et cruraux iez les chéloniens, les oiseaux et les mammifères.

On ne saurait non plus attacher la moindre valeur au parallèle que divers auteurs nt voulu établir entre le système nerveux des mollusques et le nerf grand sympathique des animaux vertébrés. L'absence de la chaîne ganglionnaire chez ces nimaux est une conséquence de celle du tronc articulé. La réunion des ganglions n une chaîne est une chose purement accidentelle, c'est-à-dire qui n'entre pas lans l'essence du système nerveux lui-même, et qui ne dépend pas de la segmentation : aussi, dans la classe même des animaux articulés, lorsque la forme segmentée sparaît, ou du moins s'efface en partie, les chaînes des ganglions sont-elles remacées par des ganglions épars des nerfs cérébraux, de la même manière que chez mollusques, ce dont les espèces du genre *Phalangium* fournissent un exemple. usi, d'un côté, les ganglions des mollusques sont des ganglions de nerfs viscéux, destinés aux actes de la nutrition ; d'un autre côté, les nerfs cérébraux et rs ganglions, qui se répandent dans les organes locomoteurs, par exemple dans manteau (céphalopodes), et sont aptes à transmettre les ordres de la volonté, rrespondent exactement aux nerfs musculaires de la chaîne ganglionnaire chez animaux articulés, et ils ne sauraient en aucune manière être mis en parallèle ec des nerfs viscéraux.

Fibres primitives des nerfs.

Les nerfs sont composés de faisceaux plus ou moins gros, disposés parallèlement uns aux autres, qui possèdent un névrilème membraneux, et qui s'unissent elquefois de distance en distance, sur la longueur d'un cordon, tandis que les res nerveuses primitives, contenues dans leur intérieur, ne sont qu'appliquées unes contre les autres, et ne contractent jamais d'union ensemble, puisque, me dans les points où les faisceaux semblent s'anastomoser, elles ne font que ser de l'un dans un autre, pour s'accoler à d'autres fibres.

Les fibres primitives des nerfs se ressemblent beaucoup, quant à la forme et à grosseur, chez des animaux différents. Il n'est aucun animal chez lequel elles ultent d'une agrégation de globules. Toujours et partout elles représentent des ments simples. Celles des nerfs de l'homme ont, d'après Krause, depuis $\frac{1}{400}$ qu'à $\frac{1}{200}$ de ligne. R. Wagner leur assigne $\frac{1}{300}$ de ligne, et il en donne $\frac{1}{200}$ à les des nerfs de la grenouille. Cependant leur diamètre varie à un point extraoraire, et souvent elles sont beaucoup plus déliées, ce qui arrive surtout à celles grand sympathique. Les vaisseaux capillaires ne se répandent plus à leur sure ; ils ne font qu'étendre leurs réseaux entre elles.

Fontana paraît être le premier qui se soit fait une juste idée de la structure icate des fibres nerveuses primitives. Il distinguait dans ces fibres un tube érieur et un contenu solide ; le tube paraît ridé quand on le contemple à un grossissement ; le filament logé dans son intérieur est lisse et homogène. ntana était parvenu, sur quelques cylindres, à isoler le tube de son contenu. ci comment il s'exprime à cet égard (1) : « Pour réussir dans une recherche si

(1) *Traité du venin de la vipère*, Florence, 1781, t. II, p. 198, 205.

difficile, je commençai par séparer avec une aiguille les cylindres primitifs de plusieurs nerfs : ceux-ci ou leurs extrémités étaient dans l'eau, et je faisais courir la pointe de l'aiguille le long du nerf, pour rompre les cylindres... En effet, je réussis à la fin à en voir un dont la moitié environ était formée d'un fil transparent et uniforme, et dont l'autre moitié, presque le double plus grosse, était moins transparente, irrégulière, raboteuse ; je soupçonnai alors que le cylindre nerveux primitif était formé d'un cylindre transparent, plus petit, plus uniforme, et couvert d'une autre substance peut-être de nature cellulaire. Les observations que je fis depuis me confirmèrent toujours de plus en plus dans cette hypothèse, qui devint enfin une vérité de fait. J'ai vu, dans beaucoup d'occasions, ces deux parties qui composent le cylindre nerveux primitif : l'une est tout extérieure, inégale, raboteuse ; l'autre est un cylindre qui paraît formé d'une membrane particulière transparente, homogène, laquelle paraît remplie d'une humeur gélatineuse ayant une certaine consistance. »

Les observations de Fontana sont parfaitement d'accord avec celles que Remak a faites dans ces derniers temps (1). Remak a vu le contenu de chaque tube nerveux sous la forme d'un filet grêle et plein, dont, à l'aide de la pression, on parvient à isoler une certaine longueur et à la séparer du tube, qui se fronce facilement. Il n'a pu constater de structure fibreuse dans ce filament, qui néanmoins se divise quelquefois (2).

Schwann et Purkinje ont encore distingué, autour du filament central, une substance médullaire, qui se trouve ainsi placée entre lui et la membrane extrêmement délicate dont la paroi du cylindre nerveux est formée. Cette moelle est de nature graisseuse, de sorte que le filament central est entouré d'un corps isolant (eu égard à l'électricité). On peut l'extraire en faisant bouillir les nerfs dans l'alcool ; le filament central devient alors perceptible à travers la membrane transparente du cylindre.

Quelques personnes croient que le filament central est tout simplement la partie la plus consistante de la moelle, qu'il n'existe point dans l'état frais, et qu'il est un produit de la coagulation. D'après ce qui précède, leur opinion manque de fondement, ce dont on acquiert aisément la conviction en examinant les nerfs à l'état frais (3).

(1) *Observationes anatomicæ et microscopicæ de systematis nervosi natura.* Berlin, 1838.

(2) MUELLER's *Archiv*, 1837, p. 4.

(3) On n'est pas d'accord aujourd'hui sur la question de savoir si le contenu des fibres nerveuses primitives est liquide ou solide. Ehrenberg admettait l'un et l'autre cas ; la liquidité, la transparence parfaite de ce contenu pour les fibres des nerfs de sensations spéciales et pour celles de l'axe cérébro-rachidien ; la mollesse de ce même contenu pour les fibres des autres nerfs, où il consisterait en une substance médullaire, uniformément constituée par des particules rondes, mais peu régulières. Suivant Valentin, au contraire, ce contenu est partout et toujours une substance oléagineuse, transparente, demi-fluide et un peu visqueuse, qui ne prend un aspect grumeleux ou grenu que par le fait de la coagulation. Treviranus, Leuret, Mandl et E. Burdach partagent la même opinion. E. Burdach s'exprime, à cet égard, de la manière suivante (*Ann. des sc. nat.*, t. IX, p. 128) : « Quand on a décomposé avec soin un faisceau nerveux en ses fibres primitives isolées, celles-ci, sous le microscope, et avec une lumière réfléchie, paraissent des fils tout à fait incolores et transparents, qui sont limités sur les côtés par des lignes tranchées et noirâtres. Même avec la plus grande célérité, je n'ai jamais été assez heureux

Fibres cérébrales.

Fontana avait reconnu, dans le cerveau, des tubes remplis d'un liquide gélati-ux; mais l'idée qu'il se faisait de circonvolutions analogues à celles de l'intestin crites par ces canaux, était complétement inexacte. Il avait attaché beaucoup op d'importance à ces flexuosités; car les fibres primitives du cerveau et de la oelle épinière sont pour la plupart assez droites, et leurs inflexions dépendent es procédés qu'on emploie pour disposer les parties dont on se propose de faire 'examen.

C'est à Ehrenberg qu'appartient le mérite d'avoir décrit avec précision la structure tubuleuse des fibres cérébrales et leur disposition tant dans le cerveau que ns la moelle épinière. Les fibres tubuleuses marchent, pour le plus grand nombre, en ligne droite, et ne s'anastomosent pas ensemble. Rarement les voit-on diviser, ce qui arrive quelquefois dans la moelle épinière. Cependant il est obable que le même phénomène a lieu souvent aussi dans le cerveau, puisque masse du faisceau de fibres va manifestement en augmentant de la moelle allongée la couronne radiante. Jusqu'à présent on n'a pas encore pu se faire une idée nette du contenu des tubes, dont les parois membraneuses sont fort minces. A juger d'après les apparences, il serait plutôt gélatineux que solide; quelques servateurs ont même cru devoir lui attribuer une consistance huileuse. Suivant ak, il consisterait, de même que dans les nerfs, en un filament, mais qui, me le tube lui-même, serait bien plus délié que ceux qu'on observe dans les . Les fibres primitives du cerveau et de la moelle épinière offrent, ainsi que les du nerf optique, du nerf olfactif et du nerf auditif, une particularité qui les ingue de celles de tous les autres nerfs, et dont on doit la découverte à Ehren-g (1); c'est que la moindre compression les fait paraître renflées de distance distance et amincies dans les intervalles, d'où résulte qu'elles ressemblent alors es colliers de perles. Les fibres de cette nature ont reçu l'épithète de *vari-euses*. Ehrenberg n'en a rencontré de telles que dans le cerveau, la moelle nière, les nerfs des sens supérieurs, et un peu aussi dans le grand sympathique. autres nerfs lui ont offert des fibres cylindriques plus fortes, dans lesquelles la oi du tube est aussi plus prononcée. Il a vu des fibres variqueuses et des fibres ndriques à la fois dans le grand sympathique.

On crut d'abord qu'il serait possible de partager les nerfs en plusieurs classes,

trouver les fibres primitives, toutes et intégralement, avec un contenu parfaitement clair; rs il y avait çà et là, dans ces fibres, une substance composée de particules arrondies, lières, laquelle, probablement en très grande partie par la rétraction, donne à la fibre ive un aspect plus sombre. Même sans l'emploi d'une autre pression que celle qui résulte ction de séparer les fibres, on voit le contenu sortir aux deux extrémités de la fibre primi- sous forme d'une substance claire, épaisse, incolore, qui se transforme, au bout de quel-mps, en un caillot formé de particules irrégulièrement globuleuses. On peut même voir, intérieur de la fibre primitive elle-même et dans les places qui paraissaient d'abord dia-, le contenu transparent se transformer peu à peu en cette substance grenue. »

(*Note du trad.*)

(1) POGGENDORFF's *Annalen*, t. XXVIII, cah. 3. — *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*. Berlin, 1836, p. 605.

d'après cette différence. Assurément la tendance des tubes à produire des varicosités indique quelque chose de particulier ; mais elle paraît tenir uniquement à la ténuité des parois. Examinées sans pression, les fibres primitives du cerveau, de la moelle épinière et des nerfs sensoriels supérieurs, sont, comme les autres, uniformes partout et sans varicosités, tandis que celles-ci s'observent sur les fibres des autres nerfs, quand on les soumet à la compression (1). Treviranus a trouvé partout, à l'état frais, dans le cerveau, la plupart des fibres droites et non renflées, comme dans les nerfs (2). Volkmann a reconnu que les fibres variqueuses ne sont point constantes dans les nerfs sensoriels (3). Les observations de Lauth et de Remak (4) démontrent aussi qu'il n'y a pas possibilité de classer les nerfs d'après la forme variqueuse ou cylindrique de leurs fibres, attendu que les fibres variqueuses se rencontrent en plus ou moins grand nombre dans les nerfs les plus différents. Il arrive parfois à une fibre de présenter des varicosités sur quelques points de son étendue, et les fibres nerveuses des jeunes animaux sont, généralement parlant, plus enclines que d'autres à offrir ce phénomène. D'après les observations de Treviranus, de Valentin, de Weber, les fibres du cerveau, de la moelle épinière, des nerfs sensoriels et de tous les nerfs, sont, à l'état frais, parfaitement uniformes et sans renflements ; mais on y fait naître des nodosités par la pression. Avec quelque facilité qu'on aperçoive des fibres variqueuses au cerveau et à la moelle épinière, je suis néanmoins parvenu souvent à couper des lamelles en produisant si peu de contusion, que les fibres étaient encore d'une uniformité parfaite et sans varicosités ; j'ai obtenu aussi les mêmes résultats sur le nerf optique et la rétine. Il m'a semblé que le froissement était surtout considérablement nuisible lorsqu'on cherchait à détacher des tranches trop minces de la substance molle du cerveau. La valvule de Vieussens fournit un excellent moyen d'examiner les fibres sans incision sur une lame mince naturelle de substance cérébrale : aussi Weber l'a-t-il soumise à ses observations (5). Cependant c'est un caractère des fibres du cerveau et des nerfs sensoriels de prendre très facilement la forme variqueuse. Elles ne partagent cette propriété avec aucun autre tissu, de sorte qu'on ne saurait la négliger dans la définition qu'on donne d'elles.

J'ai trouvé la moelle épinière élastique et très extensible des lamproies fort différente eu égard à sa structure ; il est facile de la déchirer en filaments ; elle se compose en grande partie de filets minces, plats comme des rubans, dont la largeur égale celle des fibres primitives des nerfs du bœuf.

(1) Leuret (*Anat. comp. du système nerveux*, Paris, 1839, t. I, p. 170) soutient qu'après d'avoir été écrasées, les fibres sont toutes et toujours rectilignes, sans varicosités. C'est aussi l'opinion de Mandl (*Anat. microscopique*, 3ᵉ liv., p. 40 et 45) et de Valentin. (*Note du trad.*)

(2) *Beitræge zur Aufklaerung des organischen Lebens.* Brême, t. II.

(3) *Neue Beitræge zur Physiologie des Gesichtssinnes.* Leipzick, 1836.

(4) MUELLER, *Archiv*, 1836, p. 145.

(5) C'est ainsi en étudiant la valvuve de Vieussens que N. Guillot (*Exp. anat. de l'organisation du centre nerveux dans les quatre classes d'anim. vertebrés.* Paris, 1844, p. 15, pl. I.) a reconnu l'existence des fibres variqueuses et moniliformes, qui, suivant lui, représentent des corps à peu près rectilignes, de longueur indéterminée, de diamètre incertain, laissant voir sur leur trajet ou à leur extrémité des renflements de volume variable, séparés par des intervalles rarement égaux. (*Note du trad.*)

Suivant Remak (1) les tubes nerveux du cordon central de l'écrevisse contien-
nt un filament composé de fibres extrêmement déliées.

Faisceaux blancs et gris dans les nerfs.

On sait que les faisceaux des fibres nerveuses ont une teinte grise dans quelques
rties du nerf grand sympathique, tandis que ceux des nerfs cérébro-rachidiens
nt blancs. Mais les nerfs cérébro-rachidiens eux-mêmes contiennent aussi quel-
ues petits faisceaux gris entremêlés avec ceux de couleur blanche. On peut très
ien s'en convaincre sur le nerf trijumeau des grands animaux, par exemple, du
œuf et du cheval. Ces petits faisceaux gris proviennent du grand sympathique,
t marchent sur les nerfs cérébro-rachidiens du centre vers la périphérie ; tels
ont ceux qui, sur la seconde branche, partent du nerf vidien, ou qui, sur la
oisième, procèdent du ganglion otique. On peut également s'assurer sans peine
phénomène sur les nerfs sacrés, qui reçoivent un faisceau délié du grand sym-
thique. Cette composition, qui, à l'époque où j'ai publié les éditions précédentes
mon Manuel, était déjà prouvée pour moi d'après les observations de Retzius
les miennes propres, m'avait alors semblé appartenir probablement aussi au
and sympathique, qui a des connexions avec les deux racines des nerfs rachi-
ens, dont il reçoit des fibres motrices et sensitives, tandis que la formation gan-
onnaire et une teinte grise prédominante me paraissaient être des caractères à
propres. Mais le grand sympathique diffère beaucoup sur plusieurs points
ant à sa composition. Le cordon qui le limite et la plupart des nerfs qu'il fournit
nt encore blanchâtres, comparativement aux filaments émanés des gros ganglions.
opposition, la portion carotidienne de ce nerf est plus particulièrement grise ;
si, par exemple, la portion du grand sympathique qui s'accole au nerf abduc-
r n'est guère formée que de fibres grises. De même, le faisceau qui, chez le
u, va du ganglion otique au nerf buccinateur, contient des filaments gris ; le
f du muscle tenseur du tympan est blanchâtre. Remak a observé, sur un grand
mbre de points du grand sympathique, des faisceaux gris à côté les uns des
res. La couleur grise des faisceaux dépend de leurs fibres elles-mêmes, qui,
près les remarques de Remak, diffèrent des blanches par leur structure. Les
es blanches ne sont pas seulement plus fortes ; on y distingue de plus très bien
position de tube et de contenu. Les fibres grises sont beaucoup plus déliées et
sparentes, et, loin qu'on puisse y distinguer un tube et un contenu, elles ont
apparence homogène. Leur surface est semée çà et là de très petites granula-
ns. Ces granulations ont de l'analogie avec celles qu'on aperçoit sur les ramus-
es des plus petits vaisseaux, par exemple, dans le cerveau.

Marche et mélange des fibres dans les nerfs.

Il est d'une extrême importance de connaître la marche des fibres primitives
ns les nerfs ; car, quelque indispensable qu'il soit de savoir avec précision com-
nt ces derniers eux-mêmes se ramifient, la physique du système nerveux se

(1) MUELLER's *Archiv*, 1843. p. 197.

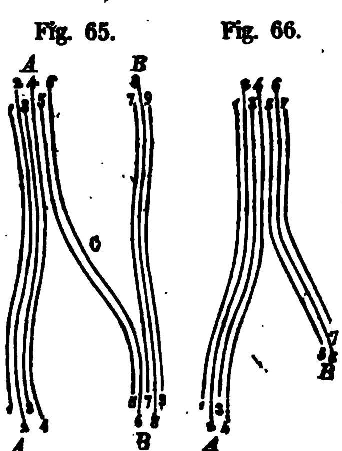
réduit, en dernière analyse, à un seul problème : d'où naissent les fibres primitives qui sont contenues dans un faisceau, et où se trouvent les extrémités de ces fibres? Peu importe, du moins quant à beaucoup de questions, que les fibres primitives pénètrent dans tel ou tel faisceau, et en sortent là plutôt qu'ailleurs ; car, ainsi qu'on ne tardera pas à le voir, elles y sont indépendantes et isolées les unes des autres, depuis leur origine jusqu'à leur terminaison.

La première question, et la plus essentielle, est celle de savoir si les fibres nerveuses primitives se comportent de même que les nerfs, dont les cordons s'anastomosent fréquemment les uns avec les autres, dont les faisceaux mêmes s'unissent de distance en distance. Si les fibres primitives ne se réunissent jamais ensemble, l'extrémité cérébrale de chacune ne peut non plus jamais être en rapport qu'avec une seule extrémité périphérique ; à chaque extrémité périphérique il ne correspond qu'un seul point dans le cerveau et dans la moelle épinière, et autant il y a de millions de fibres primitives qui se rendent à la périphérie du corps, autant il y a de points de cette périphérie qui sont représentés dans le centre nerveux. Mais, si les fibres primitives s'unissent ensemble, soit dans l'intérieur même des faisceaux des nerfs, soit dans les anastomoses et le plexus, et qu'elles ne soient pas simplement juxtaposées, l'extrémité cérébrale de l'une d'elles représente beaucoup de points de la périphérie, ou, pour préciser davantage, tous les points dont les fibres s'unissent ensemble durant leur trajet. Or, comme les nerfs s'unissent partout, du moins en apparence, si la même chose arrivait aux fibres primitives, il n'y aurait pour ainsi dire pas un seul point du corps qui fût représenté isolément dans le cerveau, et l'irritation d'une fibre primitive sur un point de la peau devrait se propager à toutes les anastomoses, c'est-à-dire qu'il serait impossible que la sensation d'un point se produisît au cerveau. En effet, la sensation d'un point dans le cerveau dépend évidemment de ce que là où la conscience a lieu, il n'arrive, au plus, qu'une impression amenée par une seule fibre et provenant d'un seul lieu. On voit donc sans peine que, si les anastomoses des nerfs avaient le même usage, par rapport à la transmission du principe nerveux, que celles des vaisseaux, eu égard aux liquides circulatoires, aucune action nerveuse locale ne pourrait s'accomplir, ni du cerveau aux parties périphériques, ni des parties périphériques au cerveau. La possibilité d'une physique exacte du système nerveux dépend donc tout entière de la solution du problème : les fibres primitives des nerfs contractent-elles ou non union les unes avec les autres dans les anastomoses des faisceaux ou plutôt de leurs gaînes ?

Déjà Fontana, puis plus tard Prevost et Dumas, avaient remarqué que les fibres primitives des nerfs ne s'unissent point ensemble dans le faisceau, et qu'elles ne font qu'y marcher côte à côte ; mais à peine se doutait-on alors de l'importance que cette observation pouvait avoir pour la physique des nerfs. Le sujet a été traité en détail par Kronenberg (1). Ce qu'on aperçoit lorsqu'on dissèque avec soin les nerfs sous le microscope, ressort déjà de la manière dont les cordons, considérés en grand, se comportent : si les fibres primitives s'unissaient les unes avec les autres, dans les anastomoses, si elles se confondaient ensemble, si par conséquent elles devenaient moins nombreuses, le faisceau produit par la réunion de deux

(1) *Plexuum nervorum structura et virtutes.* Berlin, 1836.

isceaux devrait être plus grêle de moitié que ces deux derniers pris en-
mais il est toujours exactement aussi gros que les deux qui lui ont donné
(1). Lorsque des nerfs viennent à former un plexus, malgré l'entrecroise-
fibres qui a lieu dans celui-ci, il en sort tout autant de masse nerveuse
est entré. La même chose a lieu pour
n des nerfs en branches. Un nerf qui
ıne branche (2) diminue ensuite en
recte du nombre de fibres nerveuses
ent du tronc dans cette branche; et,
ecours de la fine anatomie, on peut
nent qu'au départ d'une branche cha-
elle-même ne se divise pas en deux
, dont l'une reste dans le nerf, et
asse dans la branche, mais que la sé-
se borne à changer le mode de répar-
fibres nerveuses déjà existantes dans
: voilà ce qui fait qu'un même tronc
tenir des fibres différentes, c'est-à-dire
s motrices et des fibres sensitives à la
que souvent un tronc renferme, déjà



es, des branches nerveuses qui ne contractent aucune anastomose avec
s parties de ce tronc, qui ne leur ressemblent même pas quant aux
s. Ainsi, par exemple, lorsqu'on n'examine qu'en bloc le mylohyoï-
erf exclusivement musculaire, on le considère comme une branche du
inférieur, nerf exclusivement sensitif; mais ces deux nerfs n'ont de com-
emble que de se trouver accolés l'un à l'autre. La même chose arrive fort
On voit, d'après cela, que l'identité des propriétés des faisceaux ne fait
ıt partie de l'essence d'un tronc nerveux, et que, loin de là, ce tronc peut
tout à quelque distance de son origine au cerveau, un assemblage de fais-
talement différents les uns des autres, et simplement juxtaposés, lorsque
eaux divers, qui sont destinés à une même partie que lui, viennent s'ac-
es parois par occasion.

e doctrine de l'indépendance des fibres primitives depuis le cerveau jus-
arties périphériques, on pourrait objecter qu'au dire des anatomistes les
gmentent de masse pendant leur cours; mais c'est là un malentendu, qui
de Sœmmerring : un nerf est plus grêle tant qu'il se trouve logé dans la
re et qu'il ne possède point encore de névrilème; ensuite il conserve le
alibre aussi longtemps qu'il ne donne pas de branches, et les branches,
nsemble, sont constamment égales au tronc; si l'on remarque une légère

figure 65 représente idéalement, d'après Valentin, une anastomose nerveuse. Le tronc
ose des fibres 1 à 6, et le tronc B des fibres 7 à 9; les fibres 5 et 6 se séparent du
our aller gagner le second, d'où résulte entre ces deux troncs l'anastomose C, com-
fibres 5 et 6. Au-dessous de cette anastomose, le tronc A ne renferme plus que les
, 3. 4, tandis que le tronc B résulte des fibres 5, 6, 7, 8 et 9.

figure 66 représente idéalement, d'après Valentin, un tronc nerveux composé des fibres
1 à 7, dont les fibres 5, 6 et 7 passent dans la branche B, tandis que les fibres 1,2
ntinuent de suivre la direction du tronc principal A.

différence, c'est que ces mêmes branches, collectivement, ont plus de névrilème que n'en avait le tronc.

Ce que je viens de dire des nerfs, quand ils se ramifient, est vrai aussi du plexus de deux nerfs différents.

En partant de ces principes, il faut donc concevoir les fibres primitives de tous les nerfs cérébro-rachidiens isolées depuis leur origine jusqu'à leur terminaison, et les regarder comme des rayons de l'axe du système nerveux. Rigoureusement parlant, ces rayons ne forment presque qu'une seule ligne, sur chacun des côtés de la moelle épinière, d'où ils émanent : seulement, de distance en distance, il y en a plus ou moins qui se réunissent en faisceaux, suivant qu'il est plus commode qu'ils le fassent pour se porter à leur destination périphérique.

Terminaison des nerfs.

Les fibres nerveuses se terminent isolées les unes des autres dans certaines parties.

Ce mode de terminaison est un fait certain dans l'œil des insectes et des crustacés ; là chaque fibre nerveuse se rend à un cristallin conique, qui y correspond, et s'unit avec le sommet de ce cône, sur les côtés duquel se prolonge la membrane qui formait les parois tubuleuses de la fibre ; les cônes sont séparés les uns des autres par du pigment.

Les yeux des seiches ressemblent bien, en général, à ceux des animaux supérieurs, quant à leur construction ; mais la rétine y a une structure toute différente. Elle se compose de cylindres nerveux, appliqués les uns contre les autres, comme les pièces d'une mosaïque, ayant leurs extrémités tournées vers le corps vitré, et isolés sur les côtés par des filets de pigment. Cette structure suppose que du gros bulbe du nerf optique naissent autant de fibres nerveuses qu'il y a de pièces juxtaposées dans la rétine. J'ai constaté par la dissection d'yeux frais de céphalopodes les observations que G. Jones a faites sur la rétine de ces animaux (1). Chez les vertébrés, le nerf optique ne contient pas, à beaucoup près, assez de fibres pour que la rétine puisse ressembler ainsi à une mosaïque, comme l'admettait Treviranus, et tous les observateurs modernes s'accordent à dire que ses fibres s'étalent dans le plan de la rétine sans tourner leurs extrémités vers la lumière, qui les frappe par le côté. Les corpuscules en forme de bâtonnets qui sont situés perpendiculairement sur la rétine, et que Treviranus a observés le premier, ne sont pas, comme il le pensait, les extrémités des fibres nerveuses ; Bidder a montré qu'ils constituent seulement la couche extérieure de la rétine (2).

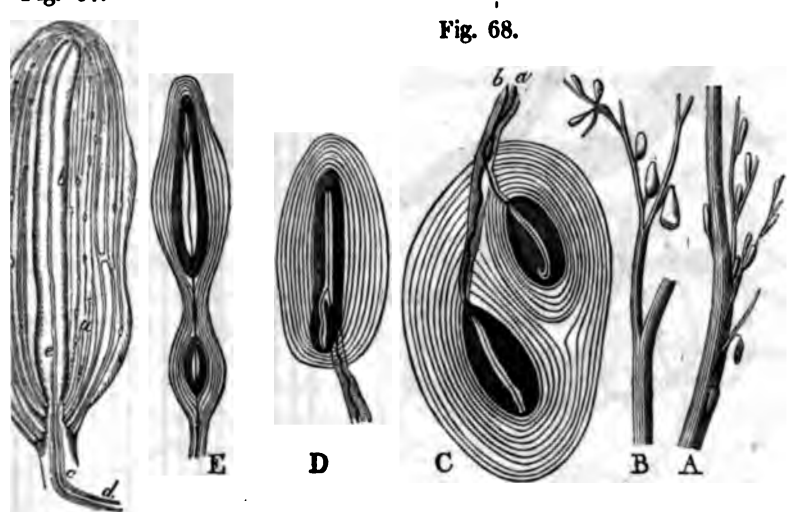
Les fibres nerveuses se terminent librement aussi dans les corpuscules de Pacini, suivant Henle et Kœlliker ; mais assez souvent elles s'y divisent. Ces corpuscules, dont on doit la découverte à Pacini, ont un tiers de ligne à une ligne de long et une forme ovale ; on les observe sur les nerfs de la paume de la main et de la plante du pied, chez l'homme et les mammifères ; on les rencontre également dans

(1) *Comp.* Krohn, dans *Nov. act. nat. cur.*, t. XIX, part. 2, p. 41.

(2) *Voy.*, sur la structure de la rétine Hannover, dans Mueller's *Archiv*, 1840, p. [illegible], et dans ses *Mikroskopiske undersœgelser af nerve-systemet*. Copenhague, 1842.

tres nerfs cutanés, et dans les plexus du mésentère (chat) (1) : ils tiennent aux s par des pédicules. Ils sont composés d'un certain nombre de membranules centriques, séparées les unes des autres par un liquide. Suivant Pacini, Henle œlliker, une fibre nerveuse pénètre dans chacun de ces corpuscules, qui n'exis- pas chez les oiseaux, non plus que chez les reptiles (2).

Fig. 67. Fig. 68.



n a vu, dans quelques parties, deux fibres nerveuses se continuer l'une avec tre par des anses terminales d'inflexion. Cette particularité avait déjà été apercue s les muscles par Prevost et Dumas, quoiqu'à la vérité il soit douteux que ces iciens aient observé les fibres primitives elles-mêmes. Mais Valentin et Em- t ont reconnu les anses terminales sur les fibres primitives des nerfs (3). Va- in a constaté la même disposition dans l'iris et le ligament ciliaire, dans la eille du limaçon des oiseaux, dans les lames ou rides du limaçon de ces ani- x, dans les ampoules, dans les follicules dentaires, dans la peau de la gre-

) La figure 67 représente un de ces corpuscules. La capsule centrale *a* renferme un espace i parcourt l'axe longitudinal du corpuscule ; elle tient par un pédicule *c* à un tronc ner- voisin *d*, qui lui envoie une fibre primitive. Celle-ci pénètre dans le pédicule, puis dans la de la capsule, et se prolonge ensuite en un cylindre pâle *e*.

PACINI, *Nuovi organi scoperti nel corpo umano*. Pistoja, 1840. — HENLE et KŒLLIKER, *die pacinischen Kœrperchen*. Zurich, 1844. — Figure 68 : A nerf du doigt, grosseur natu- montrant les corpuscules de Pacini. B les mêmes, grossissement de deux diamètres, montrant grosseurs et leurs formes différentes. C forme insolite, prise dans le mesentère du chat, ant deux corpuscules inclus dans une enveloppe commune : *a* et *b* sont les deux tubes ux qui leur appartiennent. D autre, pris au même endroit, montrant un trajet qui mène de la cavité centrale, et qui contient une branche du nerf pâle. E forme rare du mésentère at, réduite de Henle et Kœlliker : elle montre deux corpuscules placés successivement sur même tige et fournis par le même tube nerveux, qui reprend sa substance blanche dans rvalle entre eux (*Phys. by Todd and Bowman*, t. I, p. 395).

VALENTIN, dans *Nov. act. nat. cur.*, t. XVIII, p. 1 et 51.—EMMERT, *Ueber die Endigungs- der Nerven in den Muskeln*. Berne, 1836.

nouille. Breschet l'a trouvée aussi dans le limaçon et les ampoules. Ernest Burdach (1) a vu les fibres se continuer deux à deux par des anses terminales dans la peau de la grenouille, et il a constaté également l'existence d'anses entre des fibres

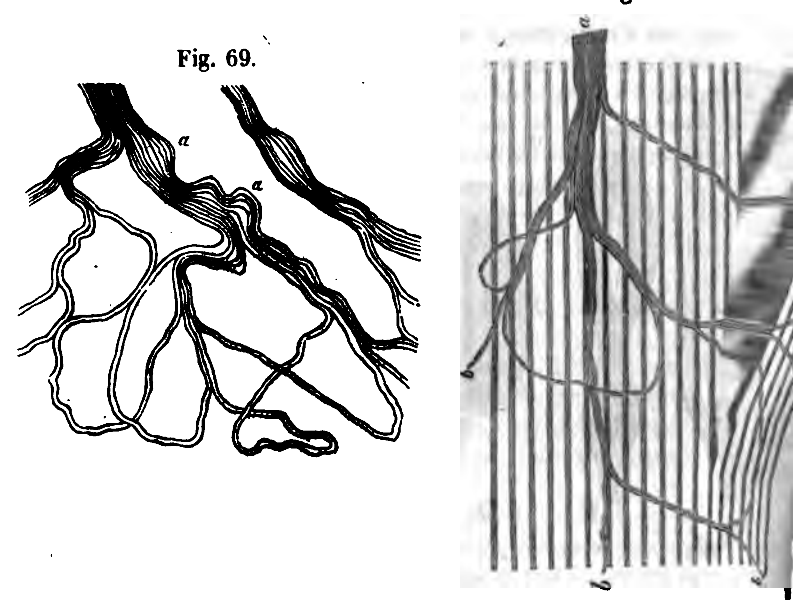


Fig. 69.

Fig. 70.

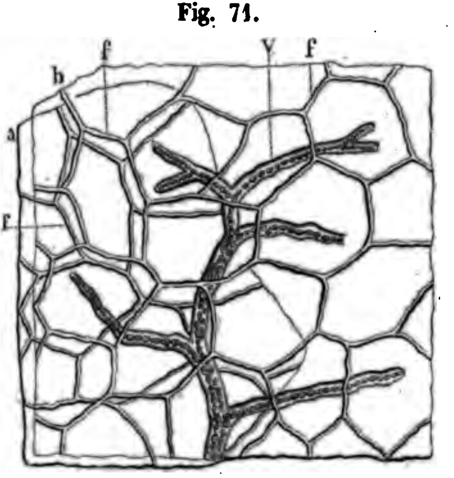
appartenant à des branches diverses (2). Hannover (3) a vu des terminaisons en anses dans les muscles, dans l'organe auditif, sur le sac auditif du brochet.

(1) *Beitrag zur mikroskopischen Anatomie der Nerven.* Kœnigsberg, 1837. Ce mémoire a paru l'année suivante, en français, dans les *Ann. des sc. nat.*, t. IX. Voici comment Burdach expose ce qu'il a vu, en confirmation des observations de Valentin. Après avoir marché parallèlement aux faisceaux musculaires, le tronc nerveux commence à se diviser en branches, qui se subdivisent elles-mêmes en rameaux, puis en ramuscules, terminés par des fibres primitives. Les rameaux et les ramuscules se recourbent, se croisent fréquemment, puis, en se rapprochant de plus en plus de l'extrémité du muscle, forment, par des adjonctions et des disjonctions multipliées, un lacis à l'aide duquel s'effectue un échange diversifié des fibres primitives entre les rameaux de la même branche, ou de différentes branches, ou même de différents troncs nerveux, quand le muscle en possède plusieurs. De ce lacis sortent enfin, tout à fait dans le voisinage de l'extrémité inférieure du muscle, des ramuscules qui, réduits à un mince faisceau de fibres primitives, ou même à une seule, s'infléchissent en un arc dont la convexité regarde l'extrémité terminale du muscle, et la concavité du tronc du nerf. Puis les fibres élémentaires se réunissent de nouveau entre elles, rentrent dans le plexus, et par lui retournent à leur tronc primitif. (*N. du trad.*)

(2) La fig. 69 représente, d'après E. Burdach, un plexus terminal formé par des fibres primitives isolées du nerf glosso-pharyngien : *a*, endroit où ces fibres, quoique encore réunies en cordon, sont cependant peu adhérentes les unes aux autres. — La fig. 70 représente, d'après le même, la forme fondamentale des anses de terminaison des nerfs musculaires : *a* faisceau émané du plexus terminal ; *bbb* fibres qui se soustraient à la vue sans montrer d'anses terminales.

(3) R. Wagner, *Icon. physiol.*, tab. XXI, fig. 7.

ıce d'anses de jonction entre deux fibres n'est pas douteuse dans l'or-
f; mais on n'est pas aussi certain que la même chose ait lieu dans les
ans une série d'observations faites par moi et Bruecke, sur les muscles
ı brochet, nous avons vu très souvent des tubes nerveux se diviser en
avons même rencontré des fibres qui offraient ainsi deux et jusqu'à
ıns à la suite les unes des autres, de sorte que nous considérons la divi-
érique des tubes comme un trait caractéristique des muscles.
Savi (1), les fibres primitives des nerfs forment, sur les diaphragmes
électrique de la torpille, des mailles ordinairement octogones, dont les
, pour chacun, composés
e fibre élémentaire, la-
se bifurquant, produit les
ıailles voisines (2).



emande s'il ne serait pas
ıe les tubes nerveux fus-
ıints de départ d'éléments
ité plus grande encore, et
ıt échappé jusqu'ici à l'ob-
que ce fussent d'ailleurs ou
lus déliés ou les filets cen-
enus dans les tubes ner-
tubes nerveux méritent
e gros, lorsqu'on les com-
ibres musculaires et à la
 éléments des tissus; de
ıt déjà des parties composées. Je vais rapporter quelques observations
à ce problème, mais qui ne s'accordent pas entre elles, de sorte qu'on
ıire usage qu'avec circonspection.
mésentère de la grenouille, Schwann a vu sortir des fibres nerveuses
ın très grand nombre de fibres plus déliées, formant de distance en dis-
tits ganglions d'où partaient plusieurs ramuscules. D'autres recherches
inaison des nerfs dans la queue des têtards de crapaud ont montré une
analogue. Les fibres nerveuses qu'on voyait ici devoir naissance à la
fibres ayant le volume des fibres primitives ordinaires, étaient extrê-
êles, et n'avaient plus l'enveloppe tubuleuse, de couleur sombre, qui
 fibres primitives ordinaires. L'existence de petits ganglions était un
assez constant; les fibres déliées qui émanaient des fibres primitives
aient çà et là d'autres, plus grêles encore, qui étaient déjà préformées
il semblait que les fibrilles les plus déliées, qui s'échappaient en divers

ιcci, *Traité des phén. électro-physiol. des anim.*, p. 321, pl. I, fig. 3.
. 71 représente, d'après Savi, deux des diaphragmes composant les prismes de l'or-
ıue, pour montrer la distribution du réseau nerveux: *b*, diaphragme supérieur;
mentaires nerveuses, qui se bifurquent et forment les mailles nerveuses dont chaque
est rempli; *a*, diaphragme inférieur, dans lequel paraît le même réseau nerveux,
même manière; *v*, vaisseau sanguin du diaphragme.

ıssée des cylindres, un réseau serré de fibres très déliées, qu'il regarde comme es tubes nerveux (1).

Le mode de terminaison des fibres cérébrales a été étudié par Valentin. Les bres nerveuses primitives qui pénètrent dans la moelle épinière ne s'y terminent as, mais se prolongent jusqu'au cerveau. Celles qui s'introduisent dans l'extréıité du cordon rachidien se portent en avant; celles qui vont des nerfs supérieurs ıx côtés de la moelle marchent d'abord transversalement jusqu'à la substance rise ou à son voisinage; après quoi elles continuent aussi de se diriger longitudinament vers le cerveau. Dans la substance blanche, ces fibres sont placées les unes côté des autres; mais, là où la substance blanche et la substance grise se touhent, elles admettent entre elles les globules de substance grise, dont nous auns à parler plus tard, et finissent par s'élever en rayonnant dans la substance ortical. Là, elles forment des anses, des crochets, au moyen desquels elles 'unissent ensemble deux à deux. Cette disposition s'observe surtout très bien dans s points où la substance blanche et la substance grise se réunissent ensemble, ou lans la substance jaune placée à la périphérie des hémisphères du cerveau et du ervelet.

Les origines centrales des nerfs ne sont point encore connues d'une manière certaine. L'observation présente ici des difficultés extrêmes, et il n'y a pas encore moyen d'accorder les uns avec les autres les résultats des recherches entreprises ar les micrographes. E.-H. Weber a examiné l'origine du nerf trochléaire à la alvule transparente de Vieussens, et trouvé que les fibres de ce nerf peuvent être uivies jusqu'à la ligne médiane, où elles rencontrent celles du côté opposé.

Stilling n'admet pas que les racines des nerfs se continuent avec les fibres lontudinales de la moelle épinière. Suivant lui, les racines de tous les nerfs rachins s'épanouissent, dans une direction transversale, horizontale, entre les fibres gitudinales de la moelle. Elles pénètrent, comme racines postérieures, dans les dons postérieurs de cette dernière, croisent les fibres longitudinales blanches térieures, la substance gélatineuse, les autres fibres longitudinales des cordons térieurs gris, envoient une partie de leurs fibres à l'autre moitié latérale de la elle, devant et derrière le canal spinal, où elles se croisent, puis continuent de porter, toujours transversalement et horizontalement, en avant, traversent les puscules rachidiens, croisent les fibres longitudinales grises et blanches des dons antérieurs, et ressortent de la moelle comme racines antérieures. De cette nière, les racines antérieures sont pour lui la continuation immédiate des posieures, et les nerfs représentent de grands cercles, de chacun desquels un très it segment se trouve en contact avec les fibres longitudinales propres à la moelle nière (2). Ces observations ont été faites à un faible grossissement, sans le ours du microscope composé.

ion a de la valeur. En effet, comment croire qu'une disposition organique qui est signalée me constante pourrait échapper à un examen fait attentivement et avec d'excellents instruts? É. L.

1) Mueller's *Archiv*, 1843, p. 189.

2) Stilling et Wallach, *Untersuchungen ueber die Textur des Rueckenmarkes*. Leipzick, 2. — Stilling, *Ueber die Textur und Function der Medulla oblongata*. Erlangue, 1843, et 47, pl. I, fig. 1 et 2.

Les couches fibreuses transversales de la moelle épinière et de sa commissure ont déjà été décrites par Hannover, qui les distingue des racines des nerfs, lesquelles se développent des fibres de la moelle par inflexion sous des angles obtus (1).

D'après les recherches d'E. Weber, les fibres des nerfs rachidiens font corps avec la commissure de la moelle épinière, ce qui fait que cette commissure est plus forte et la moelle elle-même renflée dans les points d'où sortent des nerfs plus volumineux. Les racines de l'hypoglosse ont pu aussi être suivies jusqu'à la ligne médiane, ce qui s'accorderait très bien avec les observations qui ont été faites sur le nerf trochléaire.

Budge n'a pu apercevoir aucune connexion entre les racines des nerfs et les fibres transversales de la moelle épinière : il a vu, au contraire, les fibres de ces racines s'infléchir tôt ou tard sur elles-mêmes, et suivre de bas en haut la direction longitudinale de la moelle.

Substance grise du cerveau, de la moelle épinière et des ganglions.

Ehrenberg a observé des corps claviformes dans l'intérieur des ganglions des animaux sans vertèbres (sangsue, limace). Chez la sangsue, ces corps forment huit faisceaux, qui pénètrent deux à deux, par de longs tubes cylindriques, dans les quatre bras des ganglions; leur portion renflée contient un noyau, et de plus quelques petits globules. Valentin a décrit des corps analogues dans les ganglions du cordon ventral de la sangsue. Il y a vu des globules, qui possèdent un noyau, comme les globules ganglionnaires des animaux supérieurs. Dans ce noyau, tout près de la surface, on remarque un corpuscule rougeâtre, accompagné parfois de plusieurs autres d'un moindre volume. Purkinje a remarqué des corps analogues munis d'une queue, dans la masse jaune située entre les substances corticale et médullaire du cervelet. Ces corps ont un noyau clair, et présentent sur leur surface un petit *nucleus* qui correspond à leur noyau. Ils sont rangés en séries les uns à côté des autres, leurs extrémités arrondies étant tournées en dedans, vers la substance blanche, tandis que leurs prolongements caudiformes regardent en dehors, vers la substance grise. Il faut encore ranger ici les corps claviformes, contenant un noyau, que j'ai trouvés dans la moelle allongée de la lamproie; leur extrémité la plus épaisse, rarement arrondie, était généralement déchiquetée; la plupart du temps elle se partageait en plusieurs dentelures, tantôt deux, tantôt trois ou quatre, dont la configuration et la situation respective variaient beaucoup.

D'après les observations de Valentin, les éléments des ganglions, dans les animaux supérieurs et de l'homme, consistent en d'assez gros globules, qui ne diffèrent des corps claviformes dont je viens de parler que par leur forme plus arrondie; car, du reste, ils renferment aussi un noyau, et au pourtour de celui-ci un second noyau plus petit, outre qu'on aperçoit souvent aussi des taches pigmentaires à leur surface. Un ou plusieurs faisceaux fibreux, qui pénètrent dans le ganglion, y forment un plexus par un autre mode de distribution de leurs fibres, et en sortent ensuite; de plus, il y a des fibres primitives ou des faisceaux de fibres qui enveloppent de toutes parts les globules ganglionnaires, en décrivant des cir-

(1) MUELLER's *Archiv*, 1840, p. 555.

olutions semblables à celles de l'intestin. Ces fibres enveloppantes partent de
s du tronc, et y retournent.

u cerveau et à la moelle épinière, la substance grise est formée, selon Valentin,
obules absolument semblables à ceux des ganglions des animaux vertébrés. La
ture, finement granulée, ne devient apparente que par la destruction des glo-
s mous. La seule différence entre les globules de la substance grise du cerveau
ux des ganglions tient à ce que le tissu cellulaire qui les enveloppe est beau-
plus délicat.

substance blanche du cerveau ne contient pas de globules, d'après Valentin.
qu'on y observe quelquefois ne doivent naissance qu'à la destruction des
s. De la plus ou moins grande quantité de masse globuleuse grise que con-
ent certaines parties du cerveau, dépend la teinte plus ou moins différente de
ubstance blanche ou fibreuse qu'elles présentent : lorsque le nombre des
s primitives prédomine, la masse est d'un gris blanchâtre ; dans le cas con-
e, elle paraît d'un gris rougeâtre ; les parties du cerveau qui ont une teinte
foncée en sont redevables à des pigments déposés sur les globules (1).

la moelle épinière, il y a deux sortes de substance grise, comme l'a découvert
ndo. Celle à laquelle on donne communément ce nom est appelée par lui *sub-
tia cinerea spongiosa vascularis*. Sur le côté postérieur des cornes posté-
res de cette substance se trouve une bandelette de substance tout à fait grise,
l nomme *substantia cinerea gelatinosa* (2). La première contient, d'après Re-
, les gros globules ganglionnaires qui ont été décrits plus haut, avec beaucoup
bres ; l'autre, au contraire, se compose de petits corpuscules qui ressemblent
globules du sang de la grenouille. Le prolongement de la substance grise géla-
se dans la moelle allongée offre aussi la même structure, que Remak a éga-
nt observée dans quelques points du cerveau.

est une question importante de savoir si les gros globules de la substance grise,
le cerveau et dans les ganglions, sont ou non unis les uns avec les autres.
pothèse d'un simple dépôt de globules ganglionnaires entre les filets nerveux,
rapport auxquels ils joueraient le rôle de masses de renforcement, ne satisfait
la physique des nerfs ; notre esprit demande une connexion plus intime.

s prolongements des corpuscules nerveux claviformes et déchiquetés, qu'on
rve dans le cerveau des animaux vertébrés et dans les ganglions centraux des
rtébrés, donnent à penser déjà qu'il existe une connexion de ce genre. Les glo-
s ganglionnaires des ganglions des animaux vertébrés ont aussi de pareils pro-

Mandl (*Anatomie microscopique*, 3e livr., p. 49), en étudiant la substance grise de l'en-
le, y a trouvé deux substances amorphes, l'une grise et l'autre blanche. La substance
amorphe est une matière finement granulée, très abondante dans la substance corticale, à
lle elle communique sa couleur. Coagulée, elle forme de petits grains d'une couleur plus
e, dont la grandeur varie entre 1/200 et 1/300 de millimètre. La substance blanche
he forme de grandes masses semi-liquides, qui se divisent facilement en gouttelettes.
l a trouvé dans la couche la plus externe de la substance grise des corpuscules aplatis,
tement ronds, rarement elliptiques, pourvus d'un petit noyau situé sur leur périphérie,
ppelle corpuscules gris. Il pense que les corpuscules ganglionnaires de Valentin ne se
nt que par la consolidation de la matière grise amorphe autour de ces corpuscules gris.
(*Note du trad.*)

Saggio sopra la vera struttura del cervello. Turin, 1828, pl. III, fig. 2-8.

longements, que Remak a décrits depuis longtemps (1) ; or, Remak a reconnu que, si ces prolongements étaient sans connexions avec les fibres nerveuses tubuleuses blanches, ils en avaient avec les fibres grises et extérieurement garnies de noyaux des nerfs ganglionnaires, dont j'ai parlé plus haut en donnant la description des filaments nerveux. Valentin (2) dit que les fibres grises naissent des gaînes des globules ganglionnaires : suivant lui, ces gaînes sont composées des mêmes fibres à noyaux apposés, et ce sont elles qui se prolongent dans les faisceaux gris des nerfs. Il a prétendu aussi que ces fibres n'étaient pas nerveuses, mais qu'elles appartenaient au tissu cellulaire, opinion contre laquelle se sont élevés Purkinje et Rosenthal (3).

Hannover a confirmé, d'un côté, les observations de Remak sur la connexion existante entre les prolongements des globules ganglionnaires et les fibres grises; d'un autre côté aussi, celles de Valentin sur les gaînes des globules ganglionnaires; car il dit que les filets qui émanent de ces derniers eux-mêmes forment une sorte de réseau autour d'eux (4).

D'après les recherches de cet anatomiste, il y a, dans les parties centrales du système nerveux, deux sortes de cellules cérébrales ou de corpuscules ganglionnaires, les uns sans prolongements, et les autres allongés en fibres, dont on compte la plupart du temps deux. Ces prolongements se comportent absolument comme des fibres cérébrales; ils sont sujets aussi à la varicosité, et ce sont les origines proprement dites des fibres nerveuses cérébrales (5).

Hannover a trouvé que les globules ganglionnaires des ganglions des animaux vertébrés différaient, à certains égards, des cellules cérébrales. La membrane qui constitue leurs parois est parsemée de petites tables anguleuses, qu'il ne faut pas confondre avec les noyaux des filaments gris, noyaux dont on aperçoit aussi une petite quantité à sa surface. Assez souvent, il se dépose du pigment sur la face externe de cette membrane (6). Hannover a pu suivre les racines postérieures des nerfs rachidiens, dans leur direction centrale, ce qui ne lui a pas été possible pour les racines antérieures.

Quelques observations récentes de Helmholtz, Remak et Will sont favorables aussi à l'hypothèse suivant laquelle les corpuscules ganglionnaires se transformeraient en filets nerveux (7). Helmholtz a vu, chez les gastéropodes et les sangsues, des filets nerveux qui passaient devant les globules ganglionnaires, tandis que d'autres naissaient de ces globules, dont on parvenait à suivre les queues assez loin dans les nerfs, sans qu'il fût possible de les distinguer d'autres filaments nerveux.

Remak est arrivé au même résultat, par ses recherches sur les ganglions de

(1) *Observ. anat. micr. de syst. nerv. struct.* Berlin, 1838.

(2) Mueller's *Archiv*, 1839, p. 154.

(3) Rosenthal, *De formatione granulosa in nervis aliisque partibus org. animal.* Breslau, 1839.

(4) *Mikroskopiske undersægelser*, p. 44.

(5) Mueller's *Archiv*, 1840, p. 555.

(6) *Mikroskop. Undersægelser*, p. 42. — Mueller's *Archiv*, 1840, p. 556.

(7) Helmholtz, *De fabrica syst. nerv. evertebratorum*. Berlin, 1842. Remak, dans Mueller's *Archiv*, 1843, p. 200. Will, *ibid.*, 1844, p. 76.

don ventral de l'écrevisse. Le bord des globules ganglionnaires se continuait nédiatement avec celui des tubes, et le contenu grenu, qui entourait le noyau r, ne faisait qu'un, non plus, avec celui des tubes. D'autres globules contenant noyaux n'offraient pas de prolongements.

Will distingue deux sortes de corpuscules nerveux dans les ganglions des aniux sans vertèbres. Dans les uns, l'espace compris entre l'enveloppe et la cellule erne est rempli, à l'état frais, d'une masse hyaline, qui, par l'action de l'eau, acides et de la dissolution de chromate potassique, se coagule et paraît grenue; corpuscules nerveux n'ont jamais qu'un appendice, qui représente un tube ple, et qui, aussi loin qu'on peut le suivre, ne se divise jamais en branches. is les autres, la masse hyaline présente, immédiatement auprès de l'enveloppe érieure, une multitude de petites cellules rondes, dont aucune ne montre de au; Will dit avoir observé très souvent ici des appendices de forme allongée, s tout à fait différents de ceux des globules de la première espèce. Ces appenes sont composés de fibres déliées. Ils se divisent, tantôt au voisinage de leur gine, tantôt seulement à quelque distance de là, en branches, d'où partent des ieaux plus grêles, et qu'il n'est même pas rare de voir se résoudre en fibres ées. Les grosses branches offrent çà et là des varicosités, et les petites, celles tout qui ne consistent qu'en une seule fibre, se réunissent en de très petits iflements gangliformes, d'où partent de nouvelles fibres qui se portent dans ites les directions. Ces renflements présentent, dans le milieu, un point obscur,

Fig. 72.

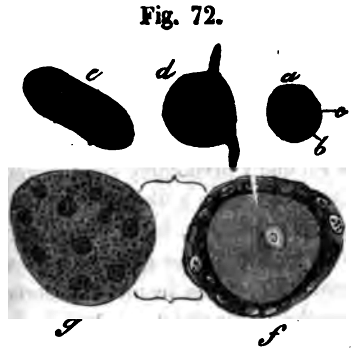
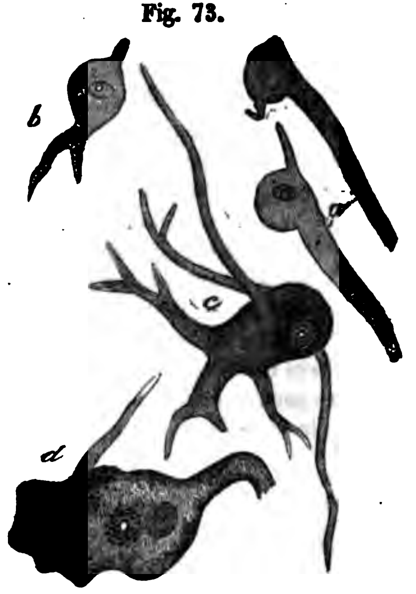


Fig. 73.



i ressemble à un noyau (1). Les corscules nerveux de la seconde espèce se terminent point en tubes nerveux. ant à l'appendice tubuleux de ceux la seconde espèce, non seulement il a pu les suivre dans les fascicules tubes nerveux, mais encore il a acs la conviction qu'ils se prolongent,

(1) Fig. 72. Vésicules nerveuses du ganglion de Gasser, pris sur un sujet humain. a, vésie globuleuse avec un bord limité; b, son noyau; c, son nucléole; d, vésicule à queue; e, vésie allongée, avec deux groupes de particules pigmentaires; f, vésicule de particules à noyau, veloppée par sa gaîne ou capsule; g, la même, la gaîne seule étant au foyer. Grossissement, diamètres.

Fig. 73. Globules de ganglions avec leurs prolongements, noyaux et nucléoles; aa, portion

sans nulle interruption, en autant de tubes nerveux. La série entière des animaux invertébrés lui a offert ces deux espèces de globules ganglionnaires.

Les prolongements d'une de ces deux espèces rappellent les observations de Remak sur les connexions qu'il a trouvées entre les globules ganglionnaires et les fibres grises pourvues de noyau ; la structure des globules ganglionnaires rappelle également les petites tables dont Hannover dit que ces globules sont parsemés. Il reste maintenant à chercher si les globules ganglionnaires des ganglions des animaux vertébrés se prolongent, non pas uniquement en fibres grises, mais encore en fibres tubuleuses.

Le grand sympathique, qui se trouve lié avec les deux racines des nerfs rachidiens, possède des fibres tubuleuses particulières, et en même temps des faisceaux de fibres grises.

Les fibres tubuleuses qu'il contient sont plus grêles que dans les nerfs cérébro-rachidiens. Ce fait a été remarqué par divers observateurs, et je l'avais déjà indiqué dans la précédente édition de mon Manuel. Bidder et Volkmann en ont fait le sujet de nombreuses observations comparatives, qui ont porté en même temps sur les rapports existant entre le grand sympathique et les autres nerfs (1). Suivant eux, les fibres nerveuses qui appartiennent spécialement au grand sympathique sont, la plupart du temps, de moitié plus grêles que les autres : ces fibres grêles y prédominent tellement qu'elles font les 99/100 et plus de ses parties élémentaires : elles sont plus rares dans d'autres nerfs, proportionnellement à celles qu'on peut démontrer provenir du grand sympathique ; et, quand ces dernières se rencontrent dans un nerf cérébro-rachidien, elles ont de la tendance à s'unir ensemble en faisceaux. Les branches nerveuses des muscles soumis à la volonté renferment beaucoup plus de grosses fibres que de fibres grêles, tandis que celles-ci sont presque les seules qu'on trouve dans les muscles dont l'action n'est pas volontaire. Les nerfs cutanés contiennent les deux sortes de fibres, sans qu'aucune y prédomine sur l'autre. Les viscères de la poitrine et du bas-ventre reçoivent des nerfs à fibres grêles. Bidder et Volkmann ont reconnu, en outre, que, chez la grenouille, les fibres qui sortent du cordon limitrophe dépassent de beaucoup en nombre celles qui pénètrent dans les racines du grand sympathique. Chez les mammifères, les racines des nerfs rachidiens leur ont offert de nombreuses fibres grêles (sympathiques). Mais les branches qui pénètrent dans un ganglion en renferment infiniment moins que celles qui sortent de ces renflements, d'où ils concluent que la masse nerveuse augmente dans les ganglions (2), d'autant plus que les branches émergentes ont en même temps plus de volume que les filets immergents.

prise à la partie profonde de la substance grise des circonvolutions du cervelet, les prolongements les plus gros sont dirigés vers la surface de l'organe ; *b*, autre prise au cervelet ; *d*, provenant de la corne postérieure de la substance grise de la région dorsale de la moelle ; elles contiennent du pigment qui enveloppe le noyau en *c*. Dans tous ces spécimens, les prolongements sont plus ou moins brisés. Grossissement, 200 diamètres. (*The phys. Anat. and Phys. of man*, by Todd and Bowman. London, 1845, t. I, p. 212 et 213).

(1) *Die Selbstændigkeit des sympathischen Nervensystems.* Leipzick, 1842.

(2) Kolliker (*Die Selbstændigkeit und Abhængigkeit des sympathischen Nervensystems*, Zurich, 1844) a également reconnu que de véritables fibres nerveuses grêles naissent de certains globules ganglionnaires. Il a fait cette remarque sur les ganglions spinaux de la grenouille, de la tortue et du chat, sur le quatrième ganglion thoracique et le ganglion de Gasser du chat.

Ces observations méritent assurément la plus grande attention ; cependant on ne ut espérer d'arriver à une solution certaine qu'en se livrant à l'étude directe de structure des ganglions. Le système nerveux sympathique nous fournit aussi des emples de correspondance parfaite entre les branches qui entrent dans le cordon rtébral et celles qui en sortent : à la vérité, les ganglions de ce cordon sont alors une petitesse extrême. J'ai décrit le grand nerf sympathique chez de très grands rpents. Tous les nerfs rachidiens, depuis la région du cœur, donnent un rameau céral, et le cordon limitrophe se compose uniquement des arcs anastomotiques ces branches viscérales. Les branches entrantes et sortantes sont égales en mbre, et se continuent directement les unes avec les autres. Ici, il n'y a point de fférence. A la vérité, les ganglions sont tellement petits, qu'à peine les aperçoit-. Au reste, je ne prétends pas faire, de cette remarque, un argument contre l'hythèse que des fibres nerveuses tirent leur origine des ganglions, puisque, loin là, je crois cette hypothèse très probable. Les ganglions des animaux vertébrés comportent, en général, de la même manière que les ganglions centraux des ertébrés, puisque, d'un côté comme de l'autre, il y a des nerfs qui ne font que ser au-devant des renflements : il est vraisemblable que les corpuscules gannnaires se comportent aussi de même, qu'ils s'allongent également en filaments is les ganglions des vertébrés, et que c'est non pas leur gaîne seule, mais leur pre substance même, qui subit cet allongement. Les observateurs auront mainant à résoudre les questions suivantes :

1° Les prolongements immédiats des globules ganglionnaires qu'on a observés qu'ici dans les ganglions des animaux vertébrés sont-ils des filaments sans tubes, par conséquent n'appartiennent-ils qu'au système fibreux gris, comme l'admetent Remak et Hannover, ou bien ne faut-il voir en eux que les filets centraux fibres nerveuses tubuleuses, dont la préparation aurait détruit le tube ? Probament ils étaient ce pour quoi on les a pris, car Hannover a observé, sur les progements des globules ganglionnaires, les mêmes noyaux qu'on rencontre sur les es grises, et il en a donné la figure (1).

2° Y a-t-il, dans les ganglions des animaux vertébrés, deux sortes de globules glionnaires, dont les uns s'allongent en fibres simples, et les autres en filets veux tubuleux (2) ?

sur le ganglion de Gasser du cochon d'Inde. Du reste, il ne pense pas, comme Bidder et mann, qu'on doive regarder les nerfs sympathiques et les nerfs cérébro-rachidiens comme nt deux classes distinctes. La seule différence qu'il voie entre ces deux ordres de nerfs, que les cérébro-rachidiens proviennent presque entièrement du cerveau et de la moelle ère, tandis que les sympathiques tirent la plupart de leurs fibres des ganglions. A ses yeux , l'indépendance du grand sympathique n'est point absolue, comme le pensent Bidder et mann, et il penche à croire qu'elle est moins grande chez les mammifères que chez les es. Son opinion représente donc, en quelque sorte, un juste milieu entre celle de Bidder lle de Valentin, qui, du reste, paraît avoir modifié sa première manière de voir.
(*Note du trad.*)

Loc. cit., fig. 15, ganglion de la paire vague.

M. Ch. Robin a bien voulu résumer pour moi les travaux récents des anatomistes sur les es et les ganglions, travaux auxquels il a pris lui-même une notable part.

Il distingue deux genres de tubes nerveux :

° Les TUBES LARGES (*tubes de la vie animale, tubes blancs, tubes à double contour*).

3° Les ganglions des nerfs rachidiens se comportent-ils autrement que ceux du nerf grand sympathique ?

» 2° Les tubes minces (*tubes de la vie organique, des nerfs gris, tubes sympathiques, nutritifs, à simple contour, fibres grises*).

» Les tubes larges se distinguent : par leur diamètre, qui varie de 0^{mm},010 à 0^{mm},015, l'épaisseur de leur paroi, qui est de 0^{mm},001, et leur contenu visqueux, sirupeux, demi-fluide.

» Les tubes minces diffèrent des précédents par leurs dimensions, ordinairement moindres, ce qui a fait dire de ces tubes qu'ils avaient un *simple contour*, c'est-à-dire qu'on ne pouvait voir sur leurs bords deux lignes obscures, dont l'écartement mesurait l'épaisseur de la paroi ; mais, en se servant d'un pouvoir amplifiant convenable (au moins 400 diamètres) on constate leur analogie à cet égard avec les tubes larges.

» Le genre des tubes larges comprend deux espèces : 1° des tubes sensibles ; 2° des tubes moteurs.

» Ces deux espèces sont distinctes, anatomiquement, au niveau des ganglions ; partout ailleurs elles sont identiques.

» *Première espèce.* — *Tubes larges sensitifs.* — Au niveau des ganglions, chaque tube sensitif large porte un corpuscule ganglionnaire (*cellule ganglionnaire* des auteurs). Le corpuscule est un corps sphérique ou à peu près, ayant 0^{mm},05 à 0^{mm},10 ; il fait partie du tube nerveux. C'est bien un organe particulier, distinct du tube large, mais en continuité de substance avec lui. En considérant le corpuscule comme organe spécial, on voit chaque tube sensitif venu de l'encéphale ou de la moelle se jeter à l'un de ses pôles et disparaître là en se soudant à sa paroi, puis repartir au pôle opposé en reprenant la structure qu'il avait de l'autre côté du corpuscule. Ainsi le corpuscule ganglionnaire n'est pas une cellule distincte des tubes nerveux et sans communication avec eux, comme on l'a cru longtemps avec Scarpa ; ce n'est pas non plus une cellule sans communication avec le cerveau et donnant naissance par un point de la surface à un tube nerveux à la manière d'un petit cerveau, comme le pensaient Winslow et Bichat. Le corpuscule est en continuité avec chaque tube par les deux pôles opposés, de manière à interrompre pour un instant la continuité de celui-ci.

» On distingue dans le corpuscule une *paroi* et une *cavité* remplie d'un contenu non pas fluide ou visqueux, mais solide.

» La *paroi* a 0^{mm},006 à 0^{mm},10 ; c'est-à-dire qu'elle est de six à dix fois plus épaisse que celle du tube de continuité avec le corpuscule ; de plus, elle est homogène, striée, comme fibroïde, sans être fibreuse, et parsemée de petits noyaux dans son épaisseur, près de la face interne.

» La *cavité* du tube est en continuité avec celle du corpuscule, mais elle se rétrécit de plus de moitié à son point d'abouchement dans la cavité corpusculaire.

» Le *contenu* du corpuscule est solide et s'échappe en entier, quand on le comprime, comme le contenu des tubes. Il est granuleux et contient à son centre une cellule claire, transparente, sphérique, large de 0^{mm},012, ayant un petit noyau jaunâtre, brillant, qui est à 0^{mm},00 environ.

» Il y a des corpuscules ganglionnaires qui sont en continuité avec le cerveau par un seul tube et avec les organes par deux et même trois tubes nerveux. Ce fait, qui se voit surtout aux ganglions du pneumo-gastrique et du grand sympathique, nous explique comment tel nerf est plus gros à sa sortie d'un ganglion qu'à son entrée.

» Quelquefois deux corpuscules assez près l'un de l'autre existent sur le même tube, disposition qu'on observe, du reste, sur les ganglions des paires rachidiennes comme sur ceux du grand sympathique.

» *Deuxième espèce.* — *Tubes larges moteurs.* — Les tubes moteurs se distinguent des sensitifs en ce qu'ils sont continus dans toute leur longueur, c'est-à-dire tout à fait dépourvus de corpuscule ganglionnaire ; rien ne vient modifier leur structure sur un point quelconque de l'économie.

» Le genre des tubes minces comprend aussi des tubes sensitifs et des tubes moteurs.

» *Première espèce.* — *Tubes minces sensitifs.* — Les tubes minces qui passent dans les ganglions portent un corpuscule ganglionnaire, quelquefois deux, comme les tubes larges sensitifs

Classification des ganglions.

ɔns des nerfs peuvent être rapportés à trois classes.
ns des racines postérieures des nerfs rachidiens et cérébraux, gan- ɿrande portion du nerf trijumeau, ganglion de la paire vague, ulaire supérieur du nerf glosso-pharyngien.
;anglions ont cela de commun, qu'ils appartiennent à des racines sen- de fait que les racines postérieures des nerfs rachidiens sont destinées seul, et non au mouvement. Parmi les ganglions de ces nerfs, celui de ɔaire offre quelquefois et ceux des deux dernières présentent toujours ; quant à leur situation. Il arrive quelquefois au premier d'être placé

ɔuvent que ces derniers : quelquefois aussi un corpuscule émet un tube à l'un de x ou trois à l'autre; en un mot, la description générale donnée ci-dessous des cor- bes larges s'applique à ceux-ci, dont ils diffèrent seulement par leur forme, qui ıt ovoïde au lieu d'être sphérique, par leur volume ordinairement plus petit, et de leur paroi, qui est un peu moindre. On peut, à l'aide de tous ces caractères, eux sortes de corpuscules qui souvent sont mêlés dans une même préparation sous

corpuscule mince et ovoïde ne porte de tubes larges, jamais un *corpuscule sphé-* relation de continuité avec des tubes minces. Cette distinction entre les deux scules complète la démonstration à l'existence des deux espèces de tubes corres- :mment mise en doute par Kœlliker.
espèce. — *Tubes minces moteurs.* — Les tubes larges à corpuscules se distribuent sibles : les tubes larges sans corpuscules se terminent dans les muscles. Il est très ès cette disposition et d'après quelques recherches non encore terminées, que les résentent une distribution analogue : ceux à corpuscules allant présider dans les vie nutritive à la sensibilité difficile qui leur est propre, et ceux dépourvus de ésidant au mouvement involontaire.
les ganglions sont formés par la présence, sur un même point du trajet du nerf, ıuscules que porte chacun des tubes qui constituent ce nerf.
llipsoïde que présentent quelques ganglions est due à ce que les corpuscules ne ien au même niveau : tel tube montre le sien un peu plus haut, tel autre un peu même quelquefois, sur les nerfs du cœur et des plexus abdominaux, des cor- :artés les uns des autres, représentant ainsi chacun un ganglion invisible sans rudimentaire autant que possible, puisqu'il n'est représenté que par un seul

cules sont en effet les éléments caractéristiques du tissu ganglionnaire, comme le :ristique des cordons nerveux, comme le faisceau musculaire strié est caractéris- : de la vie animale. Nul renflement d'un nerf ne sera réputé ganglion s'il n'a, bien éléments du ganglion, c'est-à-dire les corpuscules ganglionnaires ; et, réciproque- ıflement nerveux formé par les corpuscules ci-dessus sera dit ganglion ; c'est avons pu démontrer que le renflement du coude du facial est un véritable gan- nme les ganglions rachidiens, sur une branche sensitive, la racine de Wrisberg. *ɿrises*, ou *tubes minces*, ont été appelées aussi *tubes de Remak ;* mais Kœlliker a Remak avait pris pour tels une variété particulière de fibres du tissu cellulaire ıns les cordons nerveux du grand sympathique. Depuis lors, cette variété s'appelle ık. Elles appartiennent à la gaine ou névrilème de ces cordons (Kœlliker, *die t und Abhængigkeit des symp. Nervensystems.* Zurich, 1844, et *Anatomie* , p. 530). » É. L.

en dedans de la dure-mère (1); quant aux deux derniers, Schlemm a découvert qu'ils s'y trouvent toujours (2).

Le même rapport qui, dans les nerfs rachidiens, existe entre la racine postérieure et l'antérieure, se trouve, dans le trijumeau, entre la grande portion, qui aboutit au ganglion de Gasser, et la petite, qui passe au-devant de ce ganglion.

Gœrres est le premier qui ait comparé le nerf vague et l'accessoire aux racines postérieure et antérieure d'un nerf rachidien (3). En tous cas, le ganglion que le nerf vague produit dans le trou déchiré postérieur doit être considéré comme celui d'un nerf de sentiment, quoique des fibres du nerf passent au-devant de lui sans y entrer, ce qui est surtout très marqué chez les animaux.

Santorini a quelquefois observé une racine postérieure du nerf hypoglosse (sans ganglion), et Meyer a découvert que, chez plusieurs mammifères (bœuf, chien, cochon), ce nerf a une racine postérieure extrêmement déliée, qui naît de la face postérieure de la moelle allongée, passe sur le nerf accessoire, sans avoir de connexion avec lui, et forme en cet endroit un ganglion bien prononcé. De ce ganglion part un gros filet nerveux, qui traverse une ouverture de la première dent du ligament dentelé (ou, comme je l'ai vu, passe au-dessus de cette première dent), et va se rendre à la racine connue de l'hypoglosse. Jusqu'à présent Meyer n'a observé qu'une seule fois cette racine postérieure et ce ganglion chez l'homme.

A cette observation s'en rattache une faite par moi sur l'homme (4). Indépendamment du ganglion pétreux, situé à la partie inférieure du trou déchiré postérieur, j'en ai trouvé un autre très petit, placé au côté externe et postérieur de la racine du nerf, à la partie supérieure du trou déchiré, celle qui regarde le crâne. Ce petit ganglion a un millimètre de long. On l'aperçoit après avoir détaché la dure-mère de l'ouverture qui sert de passage, et enlevé le bord postérieur du rocher. Il n'appartient pas à la racine entière, mais seulement à un petit faisceau de fibres qui, après l'avoir traversé, semble être devenu plus gros, mais qui d'ailleurs ne paraît pas avoir une origine différente de celle des autres filets radiculaires du nerf glosso-pharyngien. Ehrenritter a découvert le premier ce ganglion (5); mais il n'en a pas connu les rapports intimes avec les filets radiculaires du glosso-pharyngien. J'ai fait voir que ces filets, les uns avec ganglion, les autres sans ganglion, se comportent comme les racines du nerf trijumeau, et que le nerf lui-même est, ainsi que ce dernier, mixte à l'instar des nerfs rachidiens.

Ce ganglion est certainement radiculaire, caractère qui n'appartient que d'une manière douteuse au second ganglion du glosso-pharyngien, avec lequel s'unissent déjà des nerfs. Ce dernier paraît se rapprocher plutôt des renflements qui ont lieu quelquefois lorsque des branches du grand sympathique se joignent à d'autres nerfs, comme sont, par exemple, le ganglion sphéno-palatin de la seconde paire, le ganglion otique de la troisième branche du trijumeau, et le ganglion situé au genou du nerf facial. Tous ces nerfs se comportent de la même manière à l'égard de la portion céphalique du grand sympathique, et les ganglions provenant du grand sympathique

(1) MAYER, dans *Act. nat. cur.*, t. XVI, p. 2.
(2) MUELLER's *Archiv fuer Anatomie*, t. I, p. 91 (1834).
(3) *Exposition der Physiologie*. Coblentz, 1805, p. 328.
(4) *Medizinische (Vereins-) Zeitung*. Berlin, 1833, n° 52.
(5) *Salzb. med. Zeitung*, 1790, t. IV, p. 319.

e sont situés, dans le trifacial et le glosso-pharyngien, au-dessous du ganglion ulaire. Le ganglion pétreux s'unit avec une branche ascendante du ganglion cal supérieur, et, par le moyen de son rameau tympanique, avec le rameau ico-tympanique du grand sympathique. Les objections qu'on a élevées contre interprétation sont faciles à réfuter par les faits d'anatomie comparée, et par ésultats, sur lesquels je reviendrai, d'une appréciation morphologique exacte portions céphalique et rachidienne du grand sympathique.

structure de ces ganglions ne diffère pas essentiellement de celle des ganglions grand sympathique. Mais on y distingue mieux les fibres, qui, disposées en eau, passent, sans subir de changement, entre les globules de la masse ganglionnaire.

Ganglions du grand sympathique.

s ganglions du grand sympathique forment deux séries :

La première série embrasse les ganglions limitrophes situés dans les points où icines du grand sympathique qui proviennent des nerfs cérébraux et rachidiens ssent pour produire le cordon limitrophe.

i se rangent les ganglions du cordon vertébral du grand sympathique et aussi ques ganglions de nerfs cérébraux, comme le ganglion pétreux du glosso-yngien, le renflement gangliforme du genou du nerf facial, le ganglion sphéno-in, à la seconde branche du trijumeau, et le ganglion otique, à la troisième iche du même. Les ganglions sont rarement situés sur les nerfs cérébraux eux-ies ; on les découvre la plupart du temps au voisinage des communications, ou noins ils correspondent à l'emplacement de ces communications, comme à la ion vertébrale du grand sympathique. Cette différence me paraît n'avoir au- importance, et je regarde les ganglions sphéno-palatin, otique et pétreux, me étant tout à fait la même chose, eu égard à la portion céphalique du grand pathique, que ceux du cordon vertébral, relativement à la portion vertébrale de ernier. A mesure que les rameaux de communication deviennent plus courts, inglion s'implante sur le nerf spinal lui-même, ce qui arrive réellement au chez les oiseaux. Dans les serpents, le ganglion du glosso-pharyngien devient iivalent du ganglion cervical supérieur.

ais les ganglions radiculaires et les ganglions limitrophes du grand sympa-ne peuvent aussi se confondre ensemble, comme dans le ganglion du nerf e de l'homme, tandis qu'ils sont séparés chez quelques animaux. Ce cas a aussi là où le nerf glosso-pharyngien ne possède qu'un seul ganglion.

La seconde série des ganglions du grand sympathique comprend les ganglions phériques, comme ceux des plexus abdominaux, et, à la tête, le ganglion ciliaire, inglion sous-maxillaire. Les affluents sont ici des fibres provenant du cordon rophe, auxquelles se joignent quelquefois des branches de nerfs cérébro-idiens eux-mêmes.

CHAPITRE II.

De l'irritabilité des nerfs.

L'irritabilité, cette propriété des corps organisés, dont j'ai fait connaître les lois dans les Prolégomènes, appartient aussi aux nerfs. En effet, les propriétés des nerfs, tant générales que particulières, ne se déploient partout qu'à la suite d'excitations. Mais la physiologie ne se propose pas uniquement de rechercher les lois de cette propriété générale, seul problème dont, malheureusement, Brown et ses successeurs se sont occupés; elle examine encore les facultés ou forces spéciales qui peuvent être excitées. Les réactifs ne donnent lieu, dans les opérations chimiques, qu'à des produits, à des combinaisons, à des décompositions : appliqués aux corps organisés, et en particulier aux nerfs, ils ne déterminent, quelque variés qu'ils puissent être, que des manifestations et des modifications de force déjà existantes. On verra que toutes les influences qui s'exercent sur les nerfs mettent en jeu leur irritabilité, ou changent cette irritabilité elle-même. Dans le premier cas, elles agissent toutes de la même manière, quelque diverses qu'elles puissent être, et les causes les plus diversifiées amènent le même effet, parce que ce sur quoi elles s'exercent ne possède qu'une seule et même faculté irritable, et parce que les choses les plus différentes les unes des autres ne remplissent pas d'autre rôle que celui d'excitants, par rapport à cette faculté.

ACTION DES IRRITANTS SUR LES NERFS.

Les irritations, tant intérieures et organiques qu'extérieures et inorganiques, c'est-à-dire chimiques, mécaniques, caustiques, électriques, galvaniques, quand elles agissent sur des parties et des nerfs sensibles, donnent lieu à des sensations, aussi longtemps que la communication entre les nerfs et l'axe cérébro-rachidien demeure intacte. Toutes se comportent en cela de la même manière. Modérées, elles ne produisent que des phénomènes de sensation; plus intenses, elles opèrent des changements dans la faculté sensitive. Quelle que soit celle qui agit sur des nerfs de muscles ou sur des muscles eux-mêmes, elle détermine une contraction des organes musculaires dans lesquels le nerf irrité se répand; et cet effet a lieu tout aussi bien lorsque le nerf auquel on applique l'excitant tient au cerveau ou à la moelle épinière, que quand il en a été séparé. Les nerfs ont donc, en vertu de leur irritabilité, le pouvoir d'exciter des contractions dans les muscles auxquels ils se rendent; ils le conservent tant que ceux-ci vivent, ou, après leur mort, tant que dure leur irritabilité propre. Pour que les muscles se contractent sous l'influence d'une irritation appliquée aux nerfs, il est nécessaire que la portion de ceux-ci qu'on irrite soit intacte jusqu'aux organes musculaires, quand bien même sa communication avec le cerveau ou la moelle épinière aurait été détruite. D'un autre côté, toute irritation qui s'exerce sur un nerf entier ou mutilé produit une sensation, tant que la portion de nerf sur laquelle elle agit demeure en relation avec la moelle épinière ou le cerveau.

Irritations mécaniques.

rsqu'on irrite mécaniquement, soit les extrémités ou les branches d'un nerf, on tronc raccourci, la sensation a lieu aussi longtemps que ce nerf demeure ommunication avec la moelle épinière et le cerveau. Dans les nerfs du tronc, rritations ne donnent lieu qu'à des sensations tactiles, à de la douleur, à la ation d'un choc; tandis que, dans les nerfs optiques et la rétine, elles n'occa-ient point de douleur, suivant les observations de Magendie, mais seulement ensation de lumière, effet que chacun sait avoir lieu toutes les fois que l'œil à être comprimé ou à recevoir un coup. Les irritations mécaniques qui nt sur les nerfs auditifs, comme les oscillations des milieux conducteurs du et les ébranlements de la tête ou de l'oreille, lorsqu'on voyage pendant long-s en voiture, produisent la sensation du son; mais ces nerfs ne paraissent pas celle de la douleur.

même, toutes les fois qu'on tiraille un nerf de muscle, qu'on le pique, qu'on le nd, ou qu'on le distend, le muscle se contracte, et avec tout autant de force pourrait le faire sous l'empire d'une irritation galvanique ou électrique. La por-le nerf qui tient aux muscles conserve cette faculté, quelque peu de longueur n lui laisse. Mais il n'y a jamais de contractions lorsque l'irritation mécanique e sur l'autre bout du nerf coupé, sur celui qui tient à la moelle épinière et au eau.

es mouvements de muscles recevant des nerfs cérébraux et rachidiens, qui èdent à une irritation mécanique de ces muscles ou de leurs nerfs, consistent uement en des convulsions qui durent aussi longtemps que l'irritation con-e d'agir. Au contraire, dans les muscles dépendants du grand sympathique, ne à l'estomac, au canal intestinal, à la matrice, au canal cholédoque, à l'ure-à la vessie, les mouvements qui succèdent à une irritation mécanique de leurs s sont non pas convulsifs, mais soutenus, et durent beaucoup plus longtemps cette irritation. Le cœur réagit aussi pendant un temps bien plus long que la e de l'irritation, et le rhythme de ses battements demeure longtemps éloigné pe normal, alors même que l'organe n'a été irrité que d'une manière passa-. C'est donc une propriété empiriquement démontrée des muscles soumis au grand sympathique, que la durée de la réaction l'emporte de beaucoup sur de l'irritation; tandis que, dans les muscles de la vie animale, la réaction ne pas plus que cette dernière, et cesse même fort souvent avant qu'elle soit te.

rsque les irritations mécaniques agissent avec une grande intensité, de manière r la substance délicate des fibres primitives, la faculté d'exciter des sensations uve abolie par là dans les nerfs, pourvu, toutefois, que le point lésé soit inter-aire entre celui sur lequel porte l'irritation et le cerveau. Un nerf musculaire également l'aptitude à provoquer des mouvements sous l'influence d'une irri-n quelconque, quand il vient à subir une compression ou une contusion entre uscle et le point irrité, absolument comme s'il avait été coupé. La faculté sen-des nerfs est donc interrompue par toute destruction mécanique du cordon eux entre le cerveau et l'irritation, de même que leur faculté motrice l'est par

toute destruction mécanique entre l'irritation et le muscle. La destruction mécanique ne paralyse que localement le pouvoir des nerfs ; de sorte qu'un nerf conserve le sentiment sur tous les autres points situés entre le cerveau et le siége de la contusion, et qu'il excite des mouvements quand on l'irrite en tout point intermédiaire entre ce siége et le muscle. Mais, quand on tiraille en long un nerf musculaire, il lui arrive fréquemment de perdre son irritation dans toute sa longueur, et le muscle lui-même est fort souvent aussi dépouillé de sa faculté contractile, quelle que soit l'espèce d'irritation qui désormais agisse sur lui.

Température.

Le froid et le chaud excitent aussi des sensations et des contractions musculaires.

Lorsqu'on brûle un nerf musculaire ou le muscle lui-même, celui-ci se contracte. Ses contractions sont extrêmement vives quand on expose le nerf à la flamme d'une bougie. Une chaleur peu élevée, telle que celle d'un morceau de fer échauffé, n'agit pas avec assez de force sur les nerfs des muscles pour que ces derniers entrent en contraction.

Le froid se comporte de la même manière. Le fait anciennement connu qu'un muscle dans l'artère duquel on injecte de l'eau froide, est pris sur-le-champ de contractions violentes, en fournit la preuve. Des contractions ont lieu aussi quand on verse de l'eau froide sur la surface d'un muscle. La médecine pratique a tiré parti de ce phénomène : car on injecte de l'eau froide dans les vaisseaux du placenta encore adhérent, afin de remédier à l'atonie de la matrice et aux pertes utérines, après l'accouchement. L'iris se resserre également, par sympathie, quand on aspire de l'eau froide par le nez.

Du reste, les hauts degrés de froid et de chaud, qu'ils agissent avec rapidité ou seulement peu à peu, détruisent la force nerveuse, et amènent la mort réelle ou apparente. Lorsque l'abaissement et l'élévation de la température ont lieu avec beaucoup de lenteur, ils peuvent faire passer l'irritabilité à l'état latent, ce qui donne lieu au sommeil d'hiver et au sommeil d'été, qu'on observe chez certains animaux.

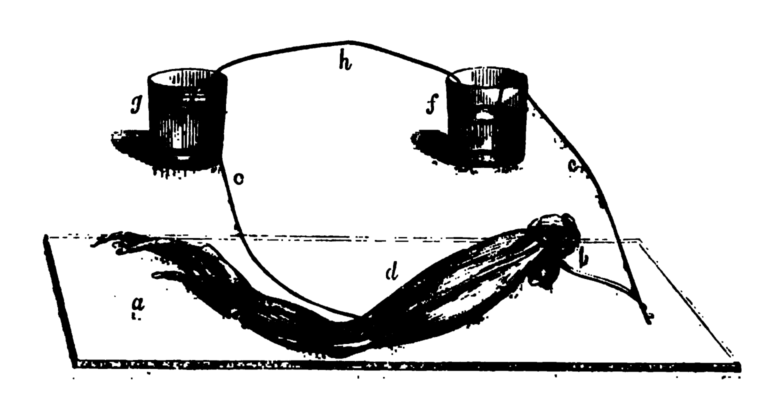
La destruction purement locale de la puissance nerveuse par le froid et la chaleur détermine les mêmes phénomènes que celle qui dépend de causes mécaniques. Un froid artificiel très intense anéantit, aussi bien que la chaleur, la faculté de sentir et celle de se mouvoir dans les parties qui en reçoivent l'impression. Mais tous les autres points des nerfs conservent leur irritabilité, et le nerf musculaire dont on a brûlé le bout éprouve des convulsions lorsqu'on l'irrite entre le point brûlé et le muscle.

Irritations chimiques.

Toutes les irritations chimiques agissent sur le pouvoir sensitif des nerfs, tant que ceux-ci demeurent en rapport avec le cerveau et la moelle épinière. Les ... provoquent des convulsions quand on les applique sur les nerfs. Beaucoup de réactifs, au contraire, tels surtout que les acides et les sels métalliques, n'en font pas naître quand on les met en contact avec les nerfs, et n'en produisent qu'i

'ils agissent sur les muscles eux-mêmes. Les acides minéraux, l'acide sulfurique, cide azotique, l'acide chlorhydrique, le chlorure mercurique, le chlorure anti-onique, l'alcool, sont dans ce cas. Tous ces réactifs, à l'état de concentration, truisent sur-le-champ les facultés des nerfs, qu'ils rendent incapables d'être ités par d'autres irritants derrière le point avec lequel on les a mis en rapport, ndis que les nerfs conservent leur pouvoir moteur entre le muscle et le point truit par l'agent chimique. Tous ces moyens détruisent aussi la chair muscu-re ; mais, au moment du contact, ils excitent des convulsions ; l'alcool est celui i détermine les plus faibles de toutes. Les alcalis, au contraire, donnent lieu uvent aux convulsions les plus violentes dès qu'on les applique sur les nerfs, et ns beaucoup de cas même ils agissent avec plus d'intensité que le galvanisme une simple paire de plaques. J'ai vu, comme l'avait déjà observé Humboldt, application de la potasse caustique sur un nerf faire naître des convulsions sou-nues dans tous les muscles qui recevaient de lui des branches. Le tremblement a ré quarante à cinquante secondes sous les yeux de Humboldt, qui a reconnu alement que des convulsions surviennent alors même qu'on a préalablement en-ré les nerfs d'une ou de plusieurs ligatures (1); dans ce cas, les ligatures servent conducteur à l'alcali (2). Humboldt n'a jamais vu les acides provoquer des con-

Fig. 74.



sions. Les seules substances qui, suivant lui, produisent cet effet, quand on les lique sur les nerfs, sont la potasse, la soude, l'ammoniaque, le chlorure de um, l'acide arsénieux, le tartrate d'antimoine et de potasse. Les irritants déter-

(1) *Versuche ueber die gereizte Muskel-und Nervenfaser.* Posen, 1797, t. II, p. 363.

(2) La figure 74 représente, d'après Becquerel, un appareil servant à prouver que les cou-s électriques qui accompagnent les réactions chimiques sont aptes à provoquer des contrac- dans la substance musculaire : *a* plaque de verre sur laquelle est étendue une cuisse de ouille préparée. Au nerf *b* de cette cuisse, on applique une languette en platine *c* ; une anguette du même métal *e* est mise en contact avec le muscle *d*. La première languette va r dans un vase *f* contenant de l'acide azotique très étendu, et l'autre dans un verre *g* con- une dissolution également fort étendue de potasse caustique. Lorsqu'on fait communiquer s vases ensemble par le moyen d'une mèche de coton humectée, de fortes convulsions ont moment de la fermeture de la chaîne. (*Note du trad.*)

minent aussi l'irritation des nerfs par l'intermède du sang. On sait que l'émé exerce la même action, quand on l'injecte dans les veines, que si on l'avait i duit par le canal alimentaire : il suffit de frotter une plaie avec ce sel ou ave chlorure de barium, pour déterminer le vomissement (1).

Irritations électriques.

L'électricité détermine dans les nerfs les mêmes réactions que les irritati mécaniques et chimiques. La compression d'un nerf, par exemple du radial, f naître une sensation semblable à celle qu'on éprouverait si l'on avait reçu u coup : la même chose arrive quand une décharge électrique s'opère à travers u de ces organes. On ne peut considérer cette sensation que comme un phénomène tactile, et il ne faut pas confondre la cause, c'est-à-dire l'électricité, avec la réaction du nerf. La sensation de choc n'est point l'action de l'électricité, mais celle du nerf, qui l'éprouve à chaque changement violent survenu dans l'état de ses molécules, que la cause en soit d'ailleurs une irritation animale, ou une influence mécanique, ou l'électricité. La découverte du galvanisme, en 1790, a fourni l'occasion, en appliquant le stimulant électrique à certains nerfs, de mieux apprécier l'irritabilité de ceux-ci, bien qu'on n'ait point appris à connaître, dans cet important agent, un fluide agissant de la même manière qu'eux, mais seulement un nouveau moyen de stimulation devant accroître le nombre de ceux qu'on savait déjà posséder le pouvoir de les irriter. Les métaux hétérogènes et beaucoup d'autres substances également hétérogènes, même animales, entrent, par l'effet de leur contact mutuel, dans un état de tension électrique qui, lorsqu'un corps conducteur se trouve entre les deux électromoteurs, c'est-à-dire quand la chaîne est fermée, repasse à l'état d'équilibre, et donne lieu aux phénomènes ordinaires que l'électricité produit toutes les fois que la chaîne comprend un corps susceptible de réagir à son occasion. Si l'on détache la cuisse, ou une partie musculeuse quelconque, soit d'une grenouille, soit de tout autre animal récemment mis à mort, qu'on dépouille les muscles de leurs enveloppes cutanées, qu'on dissèque le nerf, de manière cependant à ménager ses liaisons organiques avec les muscles, qu'on étale la pièce ainsi préparée sur un disque de verre, enfin, qu'on mette deux plaques de métaux hétérogènes, par exemple, de zinc et de cuivre, en contact tant l'une avec l'autre qu'avec le muscle et le nerf simultanément, au moment où l'on ferme la chaîne, et souvent aussi à l'instant où on l'ouvre, on voit le muscle entrer en convulsion. Cet effet a lieu également lorsque les métaux mis en contact l'un avec l'autre touchent tous deux en même temps soit le nerf, soit le muscle. Exécutée de cette manière, l'expérience réussit toujours. Elle est susceptible d'une foule de modifications et de simplifications, dont nous devons la connaissance aux recherches de J. Aldini, de Pfaff, de Ritter et surtout de Humboldt, mais qui ne réussissent qu'à l'époque où les grenouilles jouissent de toute leur irritabilité, c'est-à-dire avant l'accouplement, dans la saison froide de l'année, au sortir de l'engourdissement hivernal. Ces expériences échouent en été. Leur simplicité est précisément ce qui leur donne beaucoup d'importance pour la théorie des phénomènes. Voici en quoi elles consistent :

(1) Scheel, dans *Nordisches Archiv*, t. II, cah. 1, p. 137. — Magendie, *Sur le vomissement*, Paris, 1813, p. 16, 30. — Brodie, *Philos. Trans.*, 1812.

xpériences sans formation d'une chaîne. Humboldt a découvert que,
es grenouilles sont très irritables, il suffit du contact mutuel de deux mé-
:érogènes, ou même homogènes, dont l'un seulement touche le nerf, cas
quel il ne se forme pas de chaîne. Il y a même des circonstances, lorsqu'on
ur des animaux extrêmement irritables, où le simple contact d'un seul
omogène avec le nerf détermine des convulsions dans la cuisse de grenouille,
: sans doute, mais que j'ai cependant observé moi-même. Pfaff a vu (1)
vulsions survenir chez des individus très irritables, quand il se bornait à
· la surface d'un bain de mercure avec l'extrémité coupée du nerf. Le
ıène s'est offert à moi plusieurs fois, lorsque je touchais les nerfs avec la
de ciseaux que je tenais à la main, ou avec une lame de zinc, dont par con-
: les deux bouts étaient échauffés d'une manière différente. En admettant
ère différence soit dans la nature chimique de la masse métallique d'appa-
omogène, soit dans la température des divers points de son étendue, on
duire ce cas à celui de métaux hétérogènes, puisque les découvertes de la
ie moderne nous ont appris qu'il suffit d'une de ces deux causes pour mettre
x extrémités d'une lame métallique homogène à l'état de tension électrique.
usse tomber le nerf d'une certaine hauteur sur un métal, on favorise l'ex-
de l'électricité ; la commotion n'est point la cause du phénomène, puisque
: du nerf sur du verre ou sur de la pierre demeure sans résultat, comme
ıpprennent les expériences de Humboldt, de Ritter et de Pfaff.

xpériences avec formation d'une chaîne. Les expériences avec la chaîne
sceptibles aussi d'une grande simplification quand l'irritabilité est très con-
le ; mais on ne doit pas perdre de vue qu'ainsi faites, elles ne réussissent
ıdant la saison froide, en hiver, au printemps et en automne. Ainsi des
ions surviennent, dans des cas rares, lorsque la chaîne se compose, soit
ıl métal et de parties animales, soit même uniquement de parties animales,
ıplacent alors les métaux hétérogènes.

ıier cas. La chaîne n'est formée que par un seul métal, et par le nerf et le
de la cuisse de la grenouille. L'expérience m'a très souvent et facilement
ı printemps, avant l'époque de l'accouplement, et vers la fin de l'automne.
: je posais les nerfs de la cuisse sur une plaque de zinc, et que je rappro-
lle-ci des muscles du membre, il survenait fréquemment une convulsion.
ès était plus assuré encore quand le muscle et la plaque de zinc supportant
étaient joints ensemble par un lambeau de grenouille. On peut aussi
une plaque de zinc dans la main, en toucher le nerf, et fermer la chaîne
ı propre corps, en appliquant l'autre main sur la cuisse de l'animal.

ıd cas. Le nerf crural et les muscles qui en reçoivent des filets sont unis
en des parties animales humides. Lorsque les cuisses de grenouille ont
p d'irritabilité, on peut y exciter des convulsions en plaçant, entre le nerf
: et son muscle, un morceau de chair musculaire fixé au bout d'un bâton
à cacheter, et mis en contact avec tous deux. J'ai été plusieurs fois témoin
effet, dont on doit la découverte à Humboldt. Je fermais la chaîne entre
t le muscle, soit avec mes deux mains et mon propre corps, soit avec une

ıeller, *Physikalisches Wœrterbuch*, t. IV, p. II, p. 709.

où deux grenouilles vivantes ou mortes, soit enfin avec des lambeaux nouillé ; peu importe même, s'il y a assez d'irritabilité ; que les lambeaux déjà tombés en putréfaction. On obtient également ce résultat en plon portion du nerf dans une soucoupe pleine de sang ou d'eau, et mettant l en rapport avec le muscle, par le moyen d'un morceau de chair musculair ou corrompue.

Troisième cas. Humboldt a montré qu'il n'est pas nécessaire que le mus partie de la chaîne, et qu'il suffit que son nerf y soit compris, pour qu purement animal détermine des convulsions. Il a vu ces dernières surveni il touchait seulement le nerf sciatique d'une main, et qu'il appliquait en temps dessus un lambeau de chair musculaire tenu de l'autre main. Elles c dès qu'il remplaçait la chair par un morceau d'ivoire.

Fig. 75.



Quatrième cas. Dans les cas les plus rares, il s'accomplit même de petit

sions lorsqu'on recourbe le nerf vers le muscle auquel il est uni par des liens ganiques, et qu'on lui fait toucher ce dernier, comme il ressort des observations Galvani, de Humboldt, de Pfaff et de Matteucci. Lorsqu'on écorche une grenouille, et qu'on la prépare de manière que les cuisses (c) ne tiennent plus au (b) qu'à l'aide des nerfs lombaires (a), comme dans la fig. 75, les muscles cuisses éprouvent des convulsions dès que, reployés vers ces nerfs, ils entrent contact avec eux. On peut aussi faire l'expérience en ne laissant subsister que partie inférieure du tronc, avec une portion de la moelle épinière.

Jamais Humboldt n'a obtenu de convulsions, lorsque, après avoir séparé les nerfs tronc, il arquait la cuisse et les nerfs de manière à les amener au contact mu-l ; il n'en a point vu non plus, lorsque, sans toucher les muscles, il formait, ec un bout de nerf détaché, un arc dont il mettait les deux extrémités en contact ec deux points du nerf musculaire. Cependant la première de ces deux expéences, qui est de Pfaff, réussit très souvent, surtout quand le nerf crural est mis contact, dans une étendue un peu considérable, avec la peau de la cuisse, tandis l'elle échoue quand on le met en contact immédiatement avec les muscles. C'est écisément de cette manière qu'elle m'a réussi (1). Au printemps, avant l'accouement des grenouilles, je parvenais à déterminer des convulsions dans une cuisse tachée du corps, et dont le tronc des nerfs cruraux était pendant, en rapproant le nerf du membre, par le moyen d'une baguette isolante, et le mettant en ntact avec l'épiderme humide : il en survenait aussi quand j'éloignais le nerf du embre. Dans ce cas, la chaîne se composait de substances hétérogènes, de nerf, muscle et de peau : deux de ces éléments peuvent être considérés comme ectromoteurs, et le troisième comme conducteur. Il s'établit un courant élecque, et la force nerveuse du nerf est l'électromètre, puisqu'elle détermine des nvulsions quand elle vient à être irritée par suite du courant électrique.

Quand les électromoteurs sont des métaux seulement, le nerf et le muscle orgauement liés ensemble jouent le rôle à la fois de conducteur et d'électromètre ; conducteur, parce que tous deux sont humides ; d'électromètre, parce que la ce nerveuse détermine des convulsions sous l'influence de l'irritation due au électrique. Ils sont ici électromètres de la même manière que l'est, dans circonstances analogues, un électromètre non animal, par exemple, un multiteur magnétique. Mais les électromoteurs peuvent aussi être des parties anies : ainsi le nerf et le muscle, organiquement liés ensemble, peuvent, en ur qualité de substances hétérogènes, jouer tout aussi bien ce rôle que le feraient parties animales hétérogènes privées de vie ; seulement, comme ils jouissent

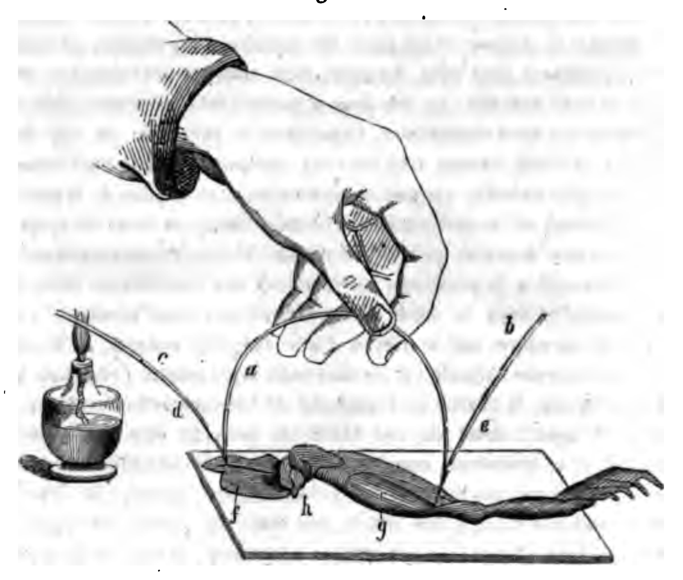
(1) Valentin (*Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 49) fait observer que ces sortes d'expéces réussissent rarement de ce côté-ci des Alpes, tandis que les Italiens, comme Volta, lli, Marianini, et surtout Matteucci, ont très souvent remarqué les convulsions, dont ils lent même comme d'un phénomène ordinaire. Il pense que la chaleur plus grande du climat l'Italie peut être la cause de cette différence. Il ajoute qu'on réussit moins fréquemment en er qu'au printemps et en été, saisons pendant lesquelles l'irritabilité est plus grande chez les nouilles. L'eau tiède n'est d'aucun secours. Ayant fait tremper pendant quatre ou cinq mies, dans de l'eau à 36-38 degrés C., des cuisses préparées de grenouilles qui ne donnaient lieu au phénomène en question, il ne s'aperçut pas que l'irritabilité en fût accrue.

(*N. du trad.*)

de la vie, ils sont en même temps électromètres par suite de l'irritation que nerveuse éprouve à l'occasion de l'excitation électromotrice.

Dans les convulsions qui ont lieu sans chaîne, par l'application au nerf métaux hétérogènes qui se touchent, ou même d'un seul métal, il faut co le nerf comme un simple électromètre, indiquant la tension électrique s dans les deux métaux hétérogènes, ou même dans l'unique métal homogè thermo-électricité) (1).


Fig. 76.



Après avoir exposé les conditions générales et les plus simples dans lesq

(1) La figure 76 représente un appareil à l'aide duquel on constate que les courants th électriques ont aussi le pouvoir d'exciter des contractions. Un fil de fer *a* écroui, long de cimètres, sur 2 à 3 millimètres d'épaisseur, est courbé en demi-cercle ; à chacun de ses on soude un fil de cuivre *b* et *c*, long de 3 décimètres, sur 2 millimètres d'épaisseur, aiguise les bouts des deux soudures. On applique l'une des pointes *d* sur le nerf *f*, et l sur le nerf *g* d'une cuisse préparée de grenouille, étendue sur une plaque de verre *h*. effet n'a lieu ni en ouvrant ni en fermant la chaîne ; mais, si l'on fait chauffer le fil de cu dont l'extrémité *d* touche le nerf *f*, en l'exposant à la flamme d'une lampe à esprit-de-vi fortes convulsions ont lieu, longtemps avant que ce fil soit devenu rouge, à la fermeture chaîne, et cessent dès qu'on vient à ouvrir cette dernière. Lorsqu'au contraire on chauf trémité en contact avec le muscle, les convulsions ne surviennent pas ou sont faibles. Co pointe appliquée aux parties animales ne fait point éprouver, lorsqu'on y touche, la s d'une élévation notable de température, il suit de là, d'après Valentin, que le phénomè bien dû à une action thermo-électrique, et non à une élévation de la température. I indique un autre procédé, qui consiste à tourner en spirale les deux extrémités d'un fil d tine, à étendre une grenouille préparée sur une feuille de platine, à faire rougir l'une des mités en spirale du fil, et à l'appliquer sur l'endroit où le nerf de la patte sort du canal dien, tandis que l'autre bout froid est mis en contact avec la cuisse. De fortes convulsi viennent. Il n'y en a que de faibles lorsqu'on fait l'application en sens inverse. (Note du

ılvanisme détermine des contractions musculaires, il reste à parler de la ma-
: dont les parties animales se comportent à la fermeture de la chaîne, à son rture, et pendant qu'elle est fermée. Si l'on emploie le métal positif pour ıature du nerf, et le métal négatif pour celle du muscle, les convulsions ont la plupart du temps, à l'instant où l'on ferme la chaîne, et il n'y en a pas, ou noins elles sont beaucoup plus faibles, quand on l'ouvre. La même chose e lorsqu'on met le métal positif en rapport avec l'extrémité centrale du nerf, métal négatif avec une partie du même nerf plus rapprochée des muscles. Ces rences peuvent servir à déterminer la direction que le courant parti du pôle if suit pendant la convulsion qui a lieu soit au moment où l'on ferme la ne, soit à celui où on l'ouvre. Cependant il y a différents états de l'excitement lesquels les phénomènes subissent des modifications; quand les parties ani-s jouissent encore de leur maximum d'excitabilité, les convulsions ont lieu ıoment de la fermeture de la chaîne, si l'armature du nerf est négative, et au ent de l'ouverture, si cette armature est positive; quand l'irritabilité diminue ı peu, au point de finir par s'éteindre tout à fait, l'armature négative du nerf, : son bout central, produit la contraction au moment de l'ouverture, et l'ar-re positive la détermine au moment de la fermeture; il y a un état intermé-: dans lequel les convulsions, à la fermeture et à l'ouverture de la chaîne, ont quelle que soit l'armature du nerf. Cependant, d'après Pfaff, l'événement dé-beaucoup des expériences qui ont déjà été faites auparavant; si, par exemple, aîne demeure quelque temps fermée, lorsque le nerf est armé négativement, ıport ne se renverse pas (1). Marianini, Nobili et Matteucci ont fait dernière-. de nouvelles recherches à ce sujet (2). L'hypothèse de Ritter, qui admettait

Gehler, *Physical Wærterbuch*, t. IV, p. II, p. 721.

ı L'unique loi générale, admise jusqu'à présent, sur la relation du *sens* du courant élec-e avec les contractions musculaires que ce courant excite en passant dans les nerfs des ıux vivants ou récemment tués, était, d'après les détails dans lesquels l'auteur entre, la nte: *Lorsque le nerf n'est plus que modérément excitable, les contractions ont lieu seu-ıt: 1° au commencement du courant direct; 2° à l'interruption du courant inverse.* On ue les physiciens ont appliqué au courant l'épithète de *direct* ou d'*inverse*, suivant qu'il le, dans une portion de nerf, soit du centre nerveux à la périphérie, soit, au contraire, de iphérie au centre nerveux. Or, Longet et Matteucci, ayant remarqué que la loi précédente été établie par des expériences exécutées seulement sur des nerfs mixtes (nerfs *lombaires*, *ques*, etc.), ont eu l'idée de rechercher si elle serait applicable ou non à des parties du e nerveux dont l'action n'est que centrifuge ou exclusivement motrice (*racines spinales ieures*), et ils sont arrivés à ce résultat intéressant, que l'influence du courant électrique totalement quand elle s'exerce sur les nerfs exclusivement moteurs ou sur les nerfs mixtes. , les racines spinales antérieures, certains nerfs crâniens pris à leur origine, excitent les ıctions musculaires seulement au commencement du courant inverse et à l'interruption du ıt direct, tandis que le nerf sciatique et tous les nerfs rachidiens en général, pris au-dessous nglion intervertébral, ne les font apparaître qu'au commencement du courant direct et à ruption du courant inverse. Chose importante à ajouter, Longet et Matteucci ont reconnu s faisceaux blancs antérieurs de la moelle épinière se comportent avec les courants direct erse à la manière des nerfs simplement moteurs, ce qui devra contribuer à dissiper les s qu'on avait encore sur la mission exclusivement motrice de ces faisceaux. Quand on ré-es expériences sur des grenouilles très vives, il importe, selon la remarque de Longet, pour ıer la trop grande excitabilité des racines spinales antérieures, de diviser, quelques heures ıce, ou même la veille, la moelle épinière en travers, afin d'agir sur les racines restées en

une opposition entre les muscles fléchisseurs et les extenseurs, au point de vue de la réceptivité pour l'irritation galvanique, ne s'est pas trouvée confirmée (1).

Les muscles demeurent en repos dans la chaîne fermée, et leur excitabilité seule subit un changement. Pfaff a reconnu que les chaînes fermées exerçaient une action déprimante ou exaltante, suivant le mode de répartition des métaux aux muscles et aux nerfs. Lorsqu'une grenouille préparée se trouve dans une chaîne où le métal positif (zinc) forme l'armature du nerf, l'irritabilité diminue plus rapidement qu'elle ne le fait dans une autre cuisse de grenouille située hors de la chaîne, et, suivant Pfaff, un quart d'heure de séjour dans une pareille chaîne suffit pour diminuer l'irritabilité, même la plus énergique, à tel point que les excitants les plus forts ne puissent plus la faire réagir. La chaîne agit tout autrement, à ce qu'il assure, lorsque le métal négatif (cuivre) est appliqué au nerf; au bout de quelque temps, l'irritabilité se trouve portée à son maximum d'intensité, de manière qu'à l'ouverture de la chaîne les muscles sont quelquefois frappés d'un violent tétanos.

Ce qui prouve que, dans l'excitement produit par le galvanisme, les nerfs ne se comportent pas seulement comme conducteurs d'électricité, c'est que, quand on applique les deux armatures au nerf, de manière à occasionner un courant qui le traverse dans le sens de son épaisseur, ce nerf détermine bien des convulsions, mais que, s'il a été contus ou lié, et qu'on vienne à l'armer au-dessus du point lésé, il n'agit plus à travers ce même point. On voit donc qu'une contusion et une ligature humide l'empêchent d'être conducteur du principe actif des nerfs. Cependant il n'en est pas moins bon conducteur de l'électricité qu'auparavant; car, si on l'arme au-dessus et au-dessous de la ligature, le courant électrique passe à travers le point entouré par le lien, et le principe nerveux détermine de la convulsion dans la portion de nerf comprise entre la ligature et le muscle, parce que cette portion est excitée par le courant électrique, ou se trouve comprise dans la chaîne. Humboldt a observé une circonstance remarquable, c'est que, pour que l'armature d'un muscle et de son nerf préalablement lié excite des convulsions au-dessus du point de la ligature, il faut de toute nécessité qu'un bout de nerf reste encore libre depuis ce point jusqu'à l'entrée dans le muscle; car, si on lie le nerf au moment même où il pénètre dans le muscle, puis qu'on arme ce dernier et le nerf au-dessus de la ligature, il n'y a point de convulsions; mais celles-ci ont lieu dès qu'on dissèque une certaine étendue du cordon nerveux compris dans le muscle, et elles cessent également, bien qu'on ait laissé un bout de nerf libre entre la ligature et le muscle, si l'on entoure ce bout de chair muscu-

rapport avec le bout postérieur. *Cons.* Longet et Matteucci, *Sur la relation qui existe entre le sens du courant électrique et les contractions musculaires dues à ce courant*, dans *Ann. médico-psychol.*, nov. 1844. (*Note du trad.*)

(1) En répétant ces expériences sur des pigeons, Matteucci (*Ann. de chim.*, 1844, t. ..., p. 403) a constaté que l'intensité du courant musculaire, dont les signes, après la mort, persistent d'autant plus que l'animal est plus bas dans l'échelle, est, au contraire, chez l'animal vivant, proportionnelle au rang de celui-ci dans la même échelle, et qu'il suffit d'empêcher ou de gêner la respiration et la circulation du sang pour détruire ou affaiblir les signes du courant. Il résulte de là que le courant musculaire se réduit aux changements chimiques qui s'opèrent dans la transformation et dans la nutrition de la substance musculaire pendant la vie. En effet, ces signes cessent quelque temps après la mort, de sorte que l'action chimique qui le produit ne se fait que pendant la vie. (*Note du trad.*)

nge mouillée ou de métal. Il semble donc que, dans ce cas, le nerf isolé entre la ligature et le muscle.
ulsions sont d'autant plus fortes, dans toutes les expériences tentées sur illes, que le bout de nerf qui se rend à un muscle a plus de longueur. irque a été faite par Pfaff. En outre, les effets ont toujours lieu dans i des ramifications du nerf; il y a impossibilité, avec la simple chaîne, iner, par le moyen d'un nerf armé seul, des convulsions dans des i reçoivent, à une plus grande hauteur, des branches de son tronc, tandis le cas d'armature d'un tronc nerveux, on voit constamment entrer en tous les muscles qui reçoivent des filets de lui au-dessous du point armant un tronc, on arme nécessairement toutes les fibres déjà pré- lui et qui passent dans les branches. Et comme les fibres primitives lans les branches ne s'anastomosent point ensemble dans le tronc, l'irri- ie branche ne peut pas non plus réagir sur les filets musculaires situés Cependant l'action des nerfs dans la direction de leurs ramifications être aussi à ce que les nerfs des muscles ne propagent le principe ner- on mouvement que dans le sens du centre à la périphérie. Du reste, de la convulsion d'un muscle dépend toujours du nombre de celles fibres nerveuses qui sont comprises dans la chaîne; aussi n'a-t-elle ns de force que quand le muscle seul se trouve enfermé dans la chaîne, erve-t-on même alors que dans la partie de ce muscle dont les branches sont exposées au courant.
s, tout changement dans la statique du fluide électrique paraît devenir l'excitation du principe des nerfs; car, d'après Marianini, on parvient re des convulsions non seulement en ouvrant et fermant la chaîne, mais dérivant une partie du courant de la cuisse de grenouille, et, suivant nouvelles convulsions surviennent, la chaîne étant fermée, lorsqu'on rf sur lui-même de telle façon qu'il se touche en des points nouveaux idue.
autres ont remarqué que, quand l'irritabilité s'éteint dans une partie corps, son extinction n'a pas lieu simultanément dans toute la longueur mais qu'elle procède peu à peu de l'extrémité cérébrale à l'extrémité ie (1).
nerfs qui se répandent dans des muscles, ou qui s'unissent avec des iuscles, ne déterminent pas des convulsions lorsqu'ils viennent à être l'électricité. Loin de là même, quelques uns sont absolument inca- le faire. Telles sont les racines postérieures des nerfs mixtes, qui, découverte de Bell, appartiennent au sentiment. Mes expériences (2)

es nombreuses expériences que Longet a exécutées sur les faisceaux de la moelle et s des nerfs rachidiens, chez des mammifères, il a eu occasion de constater que, si, tinction de l'excitabilité procède peu à peu de l'extrémité cérébrale à l'extrémité , dans les fibres nerveuses du mouvement, elle suit une marche inverse dans celles . Ainsi, Longet a trouvé insensibles les rameaux cutanés principaux du sciatique, me le tronc entier de ce nerf à la cuisse, pendant qu'il y avait persistance d'une e dans les racines spinales postérieures et les faisceaux correspondants de la moelle . Son mémoire dans les *Archives générales de médecine*, 1841. (*Note du trad.*)
r, *Notizen*, 1834, n° 646, 647.

ont fait voir qu'elles sont tout à fait insensibles aux irritations galvaniques modérées, tandis que les racines antérieures de ces mêmes nerfs s'y montrent extrêmement sensibles, et que, quand on applique l'armature immédiatement sur elles, les convulsions les plus violentes se manifestent dans les muscles auxquels aboutissent les nerfs dans la composition desquels elles entrent.

Le nerf lingual, branche du trijumeau, qui s'anastomose avec l'hypoglosse, ne produit pas de convulsions dans la langue lorsqu'on l'arme seul, tandis que l'expérience, faite sur le nerf hypoglosse, ne manque jamais de déterminer des convulsions. D'autres expériences ont appris que les nerfs qui n'occasionnent pas de convulsions dans les muscles, par le fait de leur simple armature, sont des nerfs de sentiment. Du reste, on conçoit qu'ils peuvent, à titre de parties animales humides, agir comme conducteurs de l'électricité. Ainsi, par exemple, des convulsions surviennent quand on arme d'un côté le nerf lingual et d'un autre côté la langue, ou lorsqu'on applique l'armature sur la racine postérieure d'un nerf rachidien et sur les muscles, cas dans lequel le nerf se comporte comme conducteur et non comme partie vivante.

Quant à l'action du galvanisme sur les organes des sens, il a été reconnu que le fluide électrique produit des sensations différentes en eux, et, dans chacun, le genre de sensation qui lui appartient en propre, savoir : dans l'œil, la sensation de la lumière ; dans l'oreille, celle du son ; dans le nez, celle des odeurs, etc. Je renvoie, pour l'étude de ce phénomène, au chapitre dans lequel il sera question de la physiologie des sens.

CHANGEMENT QUE LES IRRITATIONS IMPRIMENT A L'IRRITABILITÉ.

Jusqu'ici nous n'avons examiné que les phénomènes qui surviennent sous l'empire des irritants. Il faut maintenant porter nos regards sur les changements que subissent les forces elles-mêmes. Toutes les influences irritantes qui, en modifiant la matière des nerfs, déterminent des manifestations de leurs forces, peuvent changer aussi l'irritabilité. Une réaction quelconque entraîne une consommation des forces existantes, puisqu'elle ne saurait avoir lieu sans un changement dans la matière ; et plus l'irritation dure longtemps, plus aussi ce changement est considérable. Dans l'état de santé, l'excitement n'est jamais assez fort pour amener un violent changement de matière, qui lèse d'une manière sensible l'aptitude à produire des phénomènes de vie. La réparation incessante des déperditions matérielles par le travail de la nutrition efface les changements journaliers. Mais, quand l'excitement devient plus fort, la nutrition ne suffit bientôt plus pour couvrir les pertes, et l'excitement peut aller jusqu'au point d'épuiser la somme des forces existantes. Ces particularités, dont l'exercice du mouvement musculaire, des facultés génératrices et des fonctions intellectuelles, nous fournit chaque jour des exemples, ont lieu aussi dans le cas d'application immédiate des stimulants aux nerfs. Lorsqu'on galvanise un nerf pendant longtemps, les réactions faiblissent de plus en plus ; elles finissent par se réduire à rien, et il faut un certain laps de temps pour qu'elles puissent se reproduire : il faut que la force nerveuse se répare (par le contact avec le sang). Il en est de même des sensations : plus on regarde longtemps une image colorée, plus elle devient sale ; un moment arrive même où elle

paraît dans le gris ; c'est que la force de réagir va toujours en diminuant dans oint sur lequel frappe la lumière, et que ce point finit par ne plus voir du t. Dans tous ces cas, l'irritabilité est épuisée par l'excitement, et non par tion spéciale des excitants. Elle peut aussi, ce que Brown ne croyait pas, mais qui a été reconnu surtout par les contre-stimulistes, elle peut être épuisée, ne manière immédiate, sans excitement préalable, lorsqu'une puissance étran- e s'établit aux dépens des combininaisons organiques, et qu'elle anéantit les fs avec la force nerveuse. C'est ainsi que se comportent l'électricité dans la dre, la compression et la contusion des nerfs et de leurs fibres primitives, l'ac- ı, sur ces organes, de substances chimiques, qui détruisent leur état organique es décomposent, comme les acides minéraux, les sels métalliques, l'alcool à ıt de concentration.

ii cette action porte sur tous les nerfs à la fois, comme celle de la foudre ou ne très forte batterie électrique, ou si un nerf vient à être tiraillé dans toute sa gueur, l'irritabilité est détruite, ou dans l'organisme entier, ou dans le nerf ier ; si elle ne s'exerce que sur un point du nerf, comme celle des caustiques, corps comprimants ou contondants, il n'y a non plus que ce point qui soit ppé de paralysie ; les portions du nerf comprises entre la contusion et le muscle ıservent leurs forces motrices.

La chaleur et le froid qui, à un certain degré et pendant un certain laps de ıps, sont stimulants, deviennent déprimants dès qu'ils agissent très longtemps avec un haut degré d'intensité.

Le froid, qui peut, tout aussi bien que la chaleur, déterminer l'inflammation et gangrène, engourdit les membres, ou les prive de sentiment et de mouvement ; is la chaleur, quand elle agit d'une manière générale et soutenue, a aussi pour et d'affaiblir les fonctions nerveuses (1).

Certaines influences n'occasionnent la destruction qu'après avoir préalablement voqué une irritation de faible durée. C'est ce qui arrive quand les nerfs éprou- t une contusion, ou qu'on les traite par des alcalis. Les mêmes phénomènes ritation s'observent, d'une manière plus prononcée encore, à la suite de la part des narcotiques, dont l'effet principal semble être de modifier la composition érielle des nerfs, et, quand ils agissent avec beaucoup d'intensité, d'anéantir orce nerveuse.

ne série entière de substances possèdent, quand elles sont à l'état de dissolu- , le pouvoir d'exercer une certaine influence sur les forces des nerfs, et de les uire, sans qu'elle-mêmes se comportent d'une manière particulière à l'égard tres réactifs chimiques, ou sans qu'elles soient douées de causticité et capables étruire les combinaisons organiques en général. Ce sont celles auxquelles on ne le nom de narcotiques. Toutes ces substances altèrent la composition maté- e des nerfs. Les unes, telles que l'opium et la noix vomique, sont plutôt irri- es que déprimantes à faible dose ; mais toutes, à haute dose, sont déprimantes

). Bien entendu qu'il s'agit ici d'un animal placé dans les conditions ordinaires de la vie et santé, car les belles expériences de Chossat ont établi qu'une chaleur soutenue, appliquée animal près de périr d'inanition, ranime l'action nerveuse presque éteinte, au point de lir le cours déjà interrompu des fonctions, et de rendre le retour à la vie possible, si des nts viennent aider l'action bienfaisante de cette chaleur. (*Note du trad.*)

sur-le-champ, par altération. Tout porte à croire, et il y a même nécessité d'admettre, que cet effet résulte d'une modification imprimée à la matière nerveuse, modification qui échappe à nos sens et aux moyens d'appréciation de la chimie; cette modification ne se manifeste que par la perte des forces nerveuses; le nerf que des narcotiques ont tué présente encore toutes les qualités antérieures du nerf sain, du moins lorsqu'on opère avec des narcotiques purs, à l'état de dissolution aqueuse, par exemple avec de l'opium.

Mais, avant d'entrer dans l'examen spécial des effets que les substances narcotiques déterminent, il faut rechercher s'il n'existe pas aussi des substances qui exaltent l'irritabilité des nerfs.

Irritations intégrantes.

Des expériences déjà anciennes avaient rendu très vraisemblable qu'il y a beaucoup de substances qui exaltent l'irritabilité des nerfs, et la médecine attendait un précieux résultat de ces recherches. On avait observé que l'action galvanique déployait plus d'énergie quand les nerfs avaient été arrosés avec une dissolution de chlore ou d'alcali, et l'on concluait de là que l'irritabilité de ceux-ci avait été accrue par ces liquides. Le fait est exact; mais on en donne aujourd'hui une autre explication. Pfaff (1) a prouvé par des expériences que la plupart des substances dont il s'agit ici n'agissent point en déterminant une exaltation de l'irritabilité, et qu'elles ne font qu'accroître l'action galvanique dans la chaîne où on les fait entrer, l'irritabilité restant d'ailleurs au même degré. Les liquides dont il vient d'être parlé se bornent donc à agir avec plus de force que l'eau, qui, du reste, est nécessaire, à titre de conducteur, pour que l'action galvanique s'accomplisse; aussi la médecine a-t-elle cessé d'espérer la découverte de moyens propres à accroître la force des nerfs; il n'en existe de tels que dans les manuels de matière médicale.

Quant aux stimulants proprement dits, on en connaît un assez grand nombre, comme le camphre, les préparations ammoniacales, l'électricité, et ces moyens sont excellents lorsque les forces nerveuses, simplement affaiblies, sans être épuisées, ont besoin qu'on les ranime. Ils excitent, ils déterminent une stimulation nerveuse; mais ils n'accroissent pas l'énergie de l'irritabilité. La force nerveuse n'augmente que par les mêmes procédés qui la reproduisent sans cesse, c'est-à-dire par l'assimilation, qui est une reproduction incessante de toutes les parties de l'organisme entier. De légers stimulants sont donc utiles dans le cas d'affaiblissement d'une partie du système nerveux, non parce qu'ils rendent l'irritabilité plus forte, car ils n'ont point ce pouvoir, mais parce qu'une partie stimulée fait plus vivement appel aux moyens reproducteurs, et parce qu'ainsi elle répare plus facilement ce qui lui manque. Telle est l'idée que je me fais de l'efficacité des stimulants dans les maladies nerveuses, et, à cet égard, c'est à la chaleur qu'il faut toujours s'en tenir, car la chaleur est la cause qui donne le premier élan à la production des parties par la force préexistante du tout. Voilà pourquoi l'application du feu, ou celle d'un moxa qui brûle avec lenteur, ou mieux encore l'exposition prolongée au voisinage d'une bougie allumée, est ce qu'il y a de plus

(1) *Nordisches Archiv*, t. I, p. 17.

réellement efficace dans les paralysies commençantes, les névralgies, la phthisie dorsale, etc. (1).

Irritations altérantes.

Ici se rangent les narcotiques, qui, en même temps qu'ils irritent, semblent décomposer la matière nerveuse. L'altération qu'ils impriment à la composition matérielle des nerfs fait que la médecine les emploie quelquefois avec avantage, à petites doses, dans les paralysies, soit pour faire disparaître des changements matériels subtils que ces organes ont subis, soit pour fournir à la nature l'occasion d'y porter elle-même remède. A dose plus forte, ils exercent une action immédiatement destructive.

Le changement que les nerfs éprouvent quand on applique le poison directement sur eux a lieu sans le moindre signe d'irritation; il est porté peu à peu, et sans nulle convulsion, jusqu'à la paralysie. Je n'ai jamais vu de convulsions succéder à l'application de la dissolution aqueuse d'opium, de la strychnine, de l'extrait alcoolique de noix vomique sur les nerfs mis à nu d'un lapin, d'une grenouille, d'un crapaud, et je ne crois pas qu'un narcotique employé de cette manière détermine jamais de convulsions, quand il n'agit pas sur les nerfs par la moelle épinière et le cerveau. La strychnine n'en fait même pas naître lorsqu'on la répand, sous forme de poudre, à la surface de la moelle épinière d'une grenouille; elle n'en provoque qu'autant qu'elle pénètre dans la masse du sang, altère ce liquide, et agit ainsi par lui sur le prolongement rachidien, puis, par ce dernier organe, sur les nerfs: aussi, toutes les fois qu'un animal a été empoisonné avec de l'opium ou avec de la strychnine, les convulsions de ses membres cessent aussitôt qu'on coupe les nerfs. De même, si, avant d'empoisonner un animal avec de l'ipo, ou avec de l'angusture, on détruit une portion de sa moelle épinière, toutes les parties qui reçoivent leurs nerfs de cette région désorganisée demeurent exemptes de convulsions. Il résulte incontestablement de là que les narcotiques ne provoquent pas les convulsions par eux-mêmes, en agissant immédiatement sur les nerfs, et qu'ils ne donnent lieu à ce phénomène que par l'intermédiaire de la moelle épinière et du cerveau.

C'est une tout autre question que celle de savoir si les poisons narcotiques ne peuvent pas par eux-mêmes épuiser l'irritabilité des nerfs, en exerçant sur ces organes une action analogue à celle des irritants chimiques. Ce problème n'a point été séparé du précédent par les auteurs; mais on a eu tort de vouloir les résoudre en même temps l'un que l'autre. La manière d'agir la plus ordinaire des poisons narcotiques, quand ils paralysent la faculté sensitive et la faculté motrice des nerfs, consiste à passer dans le sang, puis de là au cerveau, à la moelle épinière, et enfin aux nerfs. Un autre mode d'action, de leur part, plus lent que le précédent, et qui en est peut-être isolé, consiste à détruire localement la force nerveuse.

1. Mode d'action des poisons narcotiques par le sang.

Jadis on admettait fréquemment que les phénomènes généraux qui surviennent dans le cas d'empoisonnement par l'application locale de substances narcotiques,

(1) *Cons.* à ce sujet les belles recherches de J. Guyot, *Traité de l'incubation et de son influence thérapeutique.* Paris, 1840. (*Note du trad.*)

tiennent à la propagation de l'état morbide par les nerfs. C'est en ce sens que Dupuy et Brachet ont dit, récemment encore, qu'on ne peut point empoisonner des animaux avec des substances vénéneuses introduites dans leur estomac, lorsqu'on a préalablement coupé la paire vague des deux côtés. C'est là une assertion dénuée de fondement; car, dans les nombreuses expériences que j'ai faites, de concert avec Wernscheidt (1), je n'ai pas observé la moindre différence, quant à l'époque de la manifestation des phénomènes d'empoisonnement, soit que les nerfs fussent demeurés intacts, soit qu'ils eussent été coupés auparavant. Il est bien démontré aujourd'hui que les accidents de l'intoxication tiennent à l'introduction du poison dans le sang par voie d'imbibition (2). Nous devons à Fontana les premières preuves à l'appui de cette théorie des empoisonnements. Il a fait des expériences avec le venin de la vipère, le ticunas, l'eau distillée de laurier-cerise et l'opium. Toutes ont eu pour résultat que ces poisons et autres semblables ne produisent leurs effets généraux qu'autant qu'ils pénètrent dans la masse du sang, et n'exercent sur les nerfs qu'une influence purement locale. Brodie coupa tous les nerfs des pattes de devant d'un lapin, dans l'aisselle, et répandit du woorara dans une plaie faite à la patte; l'action du poison n'en eut pas moins lieu. Il établit une forte ligature sur l'un des membres postérieurs d'un autre lapin, sans y comprendre les principaux nerfs, et introduisit du woorara dans une plaie pratiquée à la patte; l'effet demeura nul jusqu'au moment où il dénoua la ligature; mais alors l'empoisonnement se déclara sur-le-champ (3). Wedemeyer a fait des expériences avec de l'acide cyanhydrique tellement concentré, que, mis en contact avec l'œil ou autres parties du corps, il amenait la mort dans l'espace d'une seule seconde: cependant cet acide si fort ne donnait pas lieu à des effets soudains, quand on l'appliquait immédiatement sur les nerfs (4). Emmert amputa les membres de plusieurs animaux, de telle sorte qu'ils ne communiquassent plus avec le reste du corps qu'à l'aide des nerfs; un poison, porté dans la patte, resta sans effet; il en fut de même quand on le mit en contact immédiat avec les troncs nerveux. C. Viborg a versé près d'un gramme d'acide cyanhydrique concentré sur le cerveau d'un cheval mis à nu par la trépanation, sans apercevoir la moindre trace d'effet (5). Hubbard a bien observé une action très rapide après le contact immédiat de cet acide avec les nerfs; mais il avoue lui-même qu'aucun

(1) Ces expériences sont en partie confirmées par celles de Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, Paris, 1842, t. II, p. 303 et 347). Après avoir ingéré du poison dans les voies respiratoires de chiens auxquels il avait coupé la paire vague, Longet a remarqué que l'intoxication était plus rapidement funeste le premier jour de l'opération que le second, et surtout le troisième jour, d'où il résulte que l'activité de l'absorption diminue en raison directe de l'engouement pulmonaire. (*Note du trad.*)

(2) *Voy. Mémoires sur l'empoisonnement par l'arsenic, le tartrate de potasse, les sels de cuivre, etc.*, par M. Orfila, dans les *Mém. de l'Acad. roy. de méd.* Paris, 1840. T. VIII, p. [illegible], t. IX, p. 1 et suiv.

(3) *Philos. Trans.*, 1811, p. 178; 1812, p. 107.

(4) *Physiologische Untersuchungen ueber das Nervensystem.* Hanovre, 1817, p. 234. — Comp. Emmert, dans *Tuebing. Blætter*, 1811, t. II, p. 88. — *Salzb. medic. Zeitung*, 1813, t. II, p. 62. — Meckel's *Archiv*, t. I, p. 176. — Schnell, *Diss. sistens historiam veneni upas antiar.* Tubingue, 1815.

(5) *Act. reg. soc. med. Hafn.*, 1821, p. 240.

:ne ne survenait quand il avait soin d'isoler ces cordons en passant une -dessous (1). Les expériences de Magendie, de Delille et d'Emmert prousi que l'admission du poison dans la masse du sang, par résorption et »n, s'accomplit avec une rapidité extraordinaire ; Emmert a fait voir que re de l'aorte s'oppose à l'action des substances vénéneuses qu'on injecte veines : il a trouvé que, dans les cas où l'angusture, l'ipo et l'acide rique agissaient avec le plus de rapidité, leurs effets devenaient sensibles de deux à cinq secondes.

it aussi quelques expériences au sujet de l'action des poisons sur les nerfs. ı nu les nerfs de la cuisse d'un crapaud, en ayant soin d'enlever toutes les ıfin que les cordons nerveux fussent le seul moyen d'union entre la jambe isse, et que celle-ci elle-même ne tînt non plus au tronc que par les os. Je ı le membre ainsi préparé dans une dissolution d'acétate de morphine et e dissolution concentrée d'opium, et je l'y laissai séjourner pendant long-Le tronc ne fut nullement narcotisé ; au bout même de plusieurs heures, ait encore du sentiment et du mouvement dans toute leur intégrité.

»utes ces expériences, il résulte que la promptitude avec laquelle l'action ɜ se prononce, dans le cas d'un empoisonnement local, dépend non des nais du sang, et que le poison n'agit sur les autres parties qu'après avoir la masse de ce liquide.

on peut prouver aussi que l'action générale des poisons tient principaleıx organes centraux du système nerveux que le sang empoisonné narcotise. t :

ɜs nerfs et les muscles conservent leur irritabilité longtemps encore après causée par empoisonnement.

, après avoir lié l'artère d'un membre, on fait prendre à l'animal un qui détermine des convulsions, on remarque que l'opération n'a pas le membre de participer à l'action générale de la substance vénéneuse. Ce ıve que la paralysie du cœur, observée par Wilson chez des grenouilles ıitait avec l'infusion de tabac ou la teinture d'opium, n'est point la cause on générale du poison, c'est que, comme le dit fort bien Lund, les gresurvivent pendant plusieurs heures à l'ablation du cœur. Les poumons ıt pas non plus la cause, car on ne parvient point à sauver l'animal en ıant sa respiration par des moyens artificiels. Il faut donc admettre que le et la moelle épinière ressentent, par la voie de la circulation, les preatteintes du venin des serpents et de tous les narcotiques puissants, et :onséquence ces poisons attaquent les sources mêmes de la vie nerveuse. ·n coupe les nerfs d'un membre chez un animal qui a été empoisonné par , la strychnine, l'ipo ou l'angusture, les convulsions cessent tout de suite ; de après la destruction d'une certaine étendue de la moelle épinière, elles lus lieu dans aucune des parties dont les nerfs aboutissent au point lésé. ı et le venin des serpents paraissent affecter le cerveau et la moelle épinière ıl degré ; la strychnine, l'angusture et les poisons analogues agissent davan-· la moelle épinière ; car le tétanos et la paralysie en sont les principaux

:iladelph Journal, 1822, aug.

symptômes, et ces phénomènes persistent, longtemps encore après la section de la moelle épinière, dans les parties situées au-dessous de la plaie, comme l'a fait voir Backer, tandis qu'en général la section des nerfs met un terme aux mouvements convulsifs. Les convulsions générales déterminées par l'angusture ne cessent pas non plus par l'ablation du cerveau; elles se manifestent à la tête, par les mouvements des oreilles. J'ai fait sur des grenouilles une expérience qui m'a procuré les mêmes résultats, et qui est fort instructive. Je coupai transversalement tous les vaisseaux et muscles d'une des cuisses, et les enlevai, en ayant soin de ménager les nerfs; j'empoisonnai alors l'animal avec de la noix vomique; l'irritabilité fut promptement éteinte dans la patte demeurée intacte, et bientôt on vit survenir les suites ordinaires de l'empoisonnement des grenouilles par les narcotiques, c'est-à-dire qu'il suffisait du moindre attouchement pour que l'animal fût pris tout entier de convulsions : après la cessation de ces dernières dans le corps, les muscles du mollet de la patte préparée continuèrent encore d'en éprouver dès qu'on touchait un point quelconque du tronc. Ainsi, la patte qui ne recevait plus de sang conservait son irritabilité pour les excitations partant de la moelle épinière, beaucoup plus longtemps que l'autre patte, dont les nerfs et les muscles étaient exposés à l'action du poison lui-même par le sang. On va donc trop loin quand on dit que les poisons agissent seulement sur les parties centrales ; leur action porte aussi sur les nerfs eux-mêmes, par l'intermédiaire de la circulation. Les symptômes d'empoisonnement qui ont la moelle épinière pour point de départ, sont des convulsions d'abord, puis la paralysie; ceux qui partent des nerfs sont, non pas des convulsions, mais l'abolition de l'irritabilité (1).

2. *Action locale des poisons narcotiques sur les nerfs.*

Autant il est certain que les effets généraux de l'empoisonnement local dépendent du sang, autant il est impossible de révoquer en doute l'empoisonnement local des nerfs eux-mêmes, et c'est là précisément le point sur lequel presque tous les expérimentateurs modernes ont glissé.

Humboldt, Wilson, Brodie, ont montré que la teinture d'opium et l'infusion de tabac paralysent le cœur. Humboldt a vu que les battements de cet organe deviennent d'abord très rapides, et qu'ensuite ils cessent tout à fait ; l'augmentation qu'ils éprouvent doit être mise peut-être sur le compte de l'alcool.

La plus évidente de toutes les paralysies nerveuses locales par un poison narcotique est l'agrandissement de la pupille et la paralysie de l'iris qui succèdent à l'instillation d'une goutte de dissolution d'extrait de belladone. Ici le poison pénètre, par imbibition, jusqu'aux nerfs ciliaires qui se distribuent dans l'iris, et jusqu'à l'iris même. Ce qui atteste que l'effet est purement local, et que l'administration de la substance dans le sang n'y prend pas la moindre part, c'est que l'iris de l'autre œil ne se dilate pas en même temps. On connaît aussi les effets narcotiques locaux de l'opium et de la morphine employés en frictions dans les cas où l'on veut déterminer un effet local, sans en produire un général qui soit bien prononcé. Pour

(1) LUND, *Vivisectionen*, p. 112. — BACKER, *Comment. ad quæst. physiol.* Utrecht, 18[illegible]. — STANNIUS, dans MUELLER's *Archiv*, 1837, p. 223.

re cet effet local hors de doute, je détachai dans une grande étendue le nerf al d'une grenouille, et je le plongeai dans une dissolution d'acétate de more ; au bout de quelque temps, l'extrémité du nerf avait totalement perdu son ude à être irritée. La même chose arrivait quand je plongeais des muscles dans dissolution d'opium, ce qui avait déjà été vu par Humboldt (1). Je préparais crapauds de telle manière que leurs jambes ne tinssent plus au tronc que par nerfs de la cuisse, et je plongeais ces membres, avec les nerfs cruraux, dans une dissolution aqueuse d'opium : au bout de très peu de temps, les nerfs et les cles étaient devenus absolument insensibles aux irritations galvaniques et mécaes.

D'après toutes ces observations, on ne peut douter que les poisons narcotiques xercent une action locale sur les nerfs. Il nous reste maintenant à chercher es empoisonnements de cette espèce se propagent au delà des nerfs et des muscles médiatement affectés. J'ai fait des expériences directes qui prouvent que la narisation locale des nerfs totalement mis à nu ne se répand pas avec rapidité, et 'elle demeure bornée à l'endroit où elle a lieu.

1° D'abord les muscles de la jambe et leurs nerfs ne participent point à la narisation, quand le nerf principal de la cuisse vient à être narcotisé par l'immersion s l'acétate de morphine ou la dissolution d'opium. Les irritations mécaniques et niques ne provoquent plus de convulsions lorsqu'on les fait agir sur la partie rieure du nerf ; mais elles en déterminent quand on les applique à la partie ieure du nerf et aux muscles de la jambe. Donc, l'action narcotisante ne nd pas du tronc d'un nerf à ses branches.

L'action narcotique exercée sur un point du nerf ne rétrograde point vers rveau. J'ai parlé de crapauds aux nerfs cruraux desquels j'avais enlevé toute bilité par la narcotisation, sans que les autres parties du corps s'en ressennt aucunement. Cependant d'autres observations rendent vraisemblable qu'une n rétrograde a réellement lieu peu à peu ; car, toutes les fois que l'inflammaet la gangrène éteignent la force nerveuse sur un point quelconque, les forces euses générales se trouvent frappées peu à peu d'épuisement. Ceci nous apd à connaître une diversité fort importante dans la manière dont les influences ent sur le système nerveux.

Les stimulants qui déterminent des phénomènes nerveux en excitant la force euse agissent instantanément sur toute la longueur des nerfs, et à travers s les fibres qui viennent à être irritées dans un point quelconque. La convul-

(1) Suivant Valentin (*Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 68), on peut verser une goutte nture aqueuse d'opium sur le milieu du nerf sciatique d'une grenouille séparé de toutes tres parties molles de la cuisse, sans que l'irritabilité soit détruite d'une manière locale ; quand on plonge la totalité ou même seulement une portion de ce nerf dans la même teine et qu'on l'y laisse séjourner une minute ou quelques minutes, l'irritabilité se trouve éteinte toute la partie sur laquelle a porté l'action du réactif. Valentin assure que la même chose lieu avec la strychnine. Si, après avoir isolé dans toute sa longueur le nerf sciatique grenouille, on répand sur tout le pourtour du milieu de ce nerf, et dans une étendue d'un de ligne à une demi-ligne, de l'azotate de strychnine en poudre, puis qu'on verse une goutte d'eau sur le sel, on trouvera, dit-il, qu'après la dissolution complète de ce dernier, nd le nerf est bien imprégné de la solution, les irritations mécaniques dirigées sur son supérieur déterminent les convulsions les plus fortes et les plus soutenues.

sion survient sur-le-champ dans le muscle, quel que soit le point du nerf qu'on ait irrité entre le tronc nerveux et ce muscle, et la sensation a lieu avec tout autant de rapidité.

b. Les influences qui changent la somme de la force existante, qui l'épuisent, agissent à partir du point sur lequel elles s'exercent, et dans la direction des fibres nerveuses, non pas d'une manière prompte et immédiate, mais peu à peu, attendu que les forces de la portion malade et de la portion saine des nerfs se mettent en équilibre ensemble, et que l'état local provoque des symptômes généraux. Ainsi la perte de transparence d'un œil amène peu à peu l'atrophie du nerf optique, laquelle succède également à l'atrophie d'une des couches optiques ; ainsi la phthisie dorsale fait des progrès de bas en haut ; ainsi, enfin, une lésion violente d'un nerf apporte des changements dans la moelle épinière entière, et amène le tétanos (1).

(1) L'éthérisation a fourni de nouveaux moyens d'étude du système nerveux. J'emprunte à M. Bouisson (*Traité théorique et pratique de la méthode anesthésique*, Paris, 1850) le résumé des principaux faits (p. 320 et 254).

Les phénomènes généraux produits par les inhalations anesthésiques peuvent se rapporter à deux périodes. Chacune de ces périodes comprend trois temps.

PREMIÈRE PÉRIODE OU PÉRIODE D'ÉTHÉRISME ANIMAL. — C'est celle pendant laquelle l'existence n'est point menacée, mais simplement privée des manifestations de la vie animale. Durant cette période, toutes les fonctions de relation sont supprimées ; mais, cette suppression ne s'effectuant ni simultanément ni d'après un mode uniforme, il est nécessaire de distinguer plusieurs temps dans l'accomplissement des effets produits. — *Premier temps. Excitation générale.* A peine les vapeurs sont-elles répandues dans l'organisme qu'il ressent une remarquable exaltation. Ce temps est très variable dans sa durée, très inégal dans le degré d'excitation, qui s'empare de certaines fonctions, et la variabilité s'étend non seulement sur ses formes mais sur son existence. Il est des sujets qui sont assez heureux pour ne pas ressentir d'excitation : ils passent d'emblée au sommeil paisible et anesthésique. Il est d'autres individus chez lesquels l'exaltation est poussée à un degré extrême, ou se prolonge si longtemps qu'ils semblent réfractaires à la stupéfaction. Le chloroforme et l'éther ne se comportent pas d'une manière identique en ce qui concerne ce temps de l'éthérisme animal. — *Deuxième temps. Suppression de la sensibilité et de l'intelligence.* Ce temps est loin de s'accomplir brusquement et d'une manière toujours identique. La sensibilité est ébranlée et décomposée dans ses modes avant de s'éteindre; l'intelligence est affaiblie dans ses actes, depuis le délire loquace, qu'on observe quelquefois au début, jusqu'au sommeil accompagné de rêves, jusqu'au sommeil profond, jusqu'à l'abolition temporaire mais complète des perceptions et de la volonté, jusqu'à l'extinction totale de la conscience. Les anomalies du deuxième temps touchent spécialement à l'intervention des effets exercés sur la sensibilité et sur l'intelligence. Non seulement ces facultés peuvent être inégalement frappées, mais l'une d'elles peut s'éteindre pendant que l'autre persiste. On les voit quelquefois s'affaiblir et disparaître avec des rapports réguliers, mais le plus souvent leur annulation s'accomplit avec une contingence d'effets tellement divers ou peu saisissables, qu'ils échappent à l'analyse des descriptions. — *Troisième temps. Abolition des mouvements volontaires et réflexes.* Pendant que l'intelligence et la sensibilité s'affaissent, la faculté motrice commence à s'affaiblir, mais elle ne s'éteint réellement que lorsque les deux premières facultés sont annihilées par les vapeurs anesthésiques. Il est extrêmement rare que l'impuissance des mouvements musculaires précède les phénomènes du second temps. La faculté excito-motrice qui préside à ces mouvements, réalise les derniers efforts de la vie animale; son extinction marque les limites vers lesquelles l'action anesthésique doit se maintenir et qu'elle ne saurait outrepasser sans imprudence.

DEUXIÈME PÉRIODE OU PÉRIODE D'ÉTHÉRISME ORGANIQUE. — Elle correspond à tous les effets de l'éthérisation qui s'exercent sur les fonctions indispensables à la vie, lorsque les fonctions de relation sont annulées et que l'être est réduit à l'existence végétative. Les premiers moments de cette période sont encore compatibles avec le retour à l'état normal; mais, si l'influence de

Dépendance dans laquelle les nerfs sont du cerveau et de la moelle épinière.

...qu'à quel point la libre communication des nerfs avec le cerveau et la moelle ...re est-elle nécessaire au maintien de leur irritabilité ? Les muscles peuvent-...nserver leur irritabilité sans qu'il y ait communication entre leurs nerfs et ...rties centrales du système nerveux ? On n'a point encore donné une solution

...ésiques se prolonge ou devient plus profonde, les ressources de l'organisme s'épuisent, il ...t graduellement incapable de réagir contre l'influence qui l'opprime, et, si l'on persiste, ...peurs stupéfiantes franchissent sans retour la sphère de l'action physiologique pour se con-...en agents toxiques dont les effets ne peuvent plus être que funestes. — *Premier temps. ...sement de la chaleur animale.* Cet effet est préparé par l'anéantissement des fonctions du ...ne nerveux. Il se complète à mesure que la respiration et la circulation s'affaiblissent. Le ...dissement du corps annonce l'invasion de l'éthérisme organique; l'état de la chaleur ani-..., pouvant être apprécié facilement sur toute la surface du corps, doit être consulté comme ...gne direct et sensible des conditions par lesquelles passe l'organisme. — *Deuxième temps. ...ction des mouvements respiratoires et de l'hématose.* Le trouble de la respiration et tous ...fets qui en dépendent ne tardent pas à se prononcer. L'impuissance de plus en plus profonde ...uscles inspirateurs, la torpeur des nerfs pneumo-gastriques, l'obturation des bronches par ...e muqueux, combinent leur influence pour éteindre une des sources de la vie. La transfor-...n du sang veineux en sang artériel, d'abord imparfaite, cesse bientôt de s'opérer. Ce temps, ...e la plupart des autres, offre une grande variabilité dans la promptitude et l'intensité des ...mènes qui le caractérisent. Il est des sujets chez lesquels les symptômes ataxiques se pro-...nt très promptement et d'une manière alarmante. Il en est d'autres chez lesquels ils se font ...re très longtemps, de manière à permettre l'exécution d'opérations prolongées et labo-...s. — *Troisième temps. Paralysie du cœur.* Toutes les fonctions de la vie sont opprimées ...truites, et le cœur se contracte encore. Ses mouvements survivent à l'extinction graduelle ...envahi tous les rouages de l'organisme. Mais finalement il cesse de se contracter par débi-...n graduelle. A ce degré, la syncope est irrémédiable; c'est la mort.

...a aussi étudié les effets de l'éther sur des parties nerveuses isolées.

...*ion sur les nerfs périphériques.* — Le résultat des expériences de M. Serres (*Acad. des ...es*, séances des 8 et 15 février 1847) est résumé dans les conclusions suivantes : La sen-...é du nerf soumis à l'action de l'éther, est abolie dans les points qui ont immédiatement subi ...ction et dans toutes les radiations qui en proviennent. La partie du nerf qui est au-dessus ...ant immergé dans l'éther conserve la sensibilité. M. Longet (*Expériences relatives aux ...de l'éther sur le système nerveux*, dans le *Bulletin de l'Académie de médecine*, ... 1847. T. XII, p. 361) résume ainsi ses expériences : Tout nerf mixte (sciati-...etc.), découvert dans une partie de son trajet, soumis à l'action d'un jet de vapeur d'éther ...ique ou à celle du même éther liquide, et devenu insensible dans ce point et dans ...ceux qui sont au-dessous, peut néanmoins demeurer excitable dans ces mêmes points, ...-dire, à l'aide d'irritations artificielles directes, continuer d'éveiller la contraction des ...es auxquels il se distribue; à certaine conditions, il peut même conserver en partie sa ...é motrice volontaire. Toutes les variations dans les phénomènes dépendent ici de la durée ...ntact de l'éther avec le tissu nerveux. *Dans un premier degré* de cette éthérisation directe, ...paraît au bout d'une minute et demie environ, chez les chiens et les lapins, le cordon ...ux (sciatique), quoique absolument insensible dans les points indiqués, a encore le pou-...le faire contracter *volontairement* les muscles qu'il anime. En effet, le passage réitéré et ...é d'un courant électrique inverse, avec le soin que les extrémités des rhéophores ne tou-...le nerf qu'au niveau et au-dessous du point éthérisé, ne provoque plus la moindre douleur; ... ce passage vient-il à s'établir au-dessus, l'animal, tout à l'heure impassible, témoigne ...ôt sa souffrance, et, les muscles de la jambe ayant été découverts à l'avance, il devient ...de constater que ces muscles participent encore à la contraction volontaire. *Dans un second ...* qui se manifeste après une éthérisation immédiate un peu plus prolongée (trois ou quatre

complète de ces problèmes, et c'est à peine même si l'on s'en est occupé quelquefois. On sait bien qu'après avoir été coupés, les nerfs conservent encore pendant quelque temps leur irritabilité dans le bout soustrait à l'influence cérébrale, c'est-à-dire, qu'ils y demeurent aptes à déterminer des convulsions dans les muscles, quand on fait agir sur eux des excitants ; mais c'est une tout autre question que celle de savoir s'ils peuvent conserver à toujours leur irritabilité indépendamment des parties centrales. Nysten a prétendu que les muscles des personnes mortes depuis peu d'une attaque d'apoplexie se contractent, malgré la paralysie de l'encéphale, lorsqu'on les soumet à l'excitation galvanique. Cependant, j'avais de bonnes raisons pour penser que, si les nerfs restent pendant un certain laps de temps encore en jouissance de leur faculté, ils la perdent entièrement après un délai plus long, de sorte qu'ils sembleraient ne posséder les forces qui leur sont particulières qu'autant qu'ils reçoivent l'influence du cerveau d'une manière continue et parfaitement libre. En effet, dans le cours d'expériences faites sur des lapins, pour étudier la régénération du tissu nerveux, j'avais observé que la partie inférieure du nerf sciatique, coupé en travers quelques mois auparavant, avait perdu presque toute aptitude à réagir sur les excitations, et Fowler avait déjà fait une remarque analogue. Depuis, j'ai entrepris à ce sujet, de concert avec Sticker, de nouvelles expériences qui ont élevé mes conjectures au rang de vérité démontrée (1).

minutes), le nerf mixte perd le pouvoir qu'il avait encore dans le premier ; il est toujours insensible, mais de plus entièrement dépossédé de la faculté motrice volontaire. Son excitabilité lui reste, et il demeure excitable dans tous les points de son trajet. La même chose s'applique plus tard. *Dans un troisième degré*, qu'on peut observer après douze à quinze minutes de contact de l'éther avec le nerf, plus de sensibilité, plus de mouvements spontanés dans les muscles comme dans le degré précédent ; mais aussi aucune preuve d'excitabilité de la part du nerf quand on y fait passer un courant direct ou inverse *au-dessus du point éthérisé*. Ce point est comme s'il avait été contus ou lié, puisqu'il empêche, aussi bien qu'une contusion ou une ligature, la transmission de la force nerveuse motrice. Dans le premier et le second degré, les facultés se rétablissent, après qu'on a cessé l'application de l'éther ; mais, dans le troisième degré, il n'y a pas lieu d'attendre la restitution lente de ces facultés. En effet, MM. Pappenheim et Good (*Académie des sciences*, séance du 27 mars 1847), appliquant le microscope à la détermination de l'état matériel d'un nerf plongé dans l'éther, ont reconnu que sa structure subit une altération commençant par la gaine, qui se détache d'abord de son contenu, de sorte que les bords doubles commencent à devenir visibles. Plus tard, la coagulation naît, et l'aspect devient grumeleux. Cet état de choses est la mort de la fonction.

Action des agents anesthésiques sur les centres nerveux. — En résumant ses expériences, M. Flourens (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, février 1847) conclut : que l'action de l'éther sur les centres nerveux est successive et progressive, et que cette action va d'abord aux lobes cérébraux et au cervelet, puis à la moelle épinière, et enfin à la moelle allongée ; l'animal perd d'abord l'intelligence et l'équilibre des mouvements ; il perd ensuite la sensibilité et le mouvement. Quand il a perdu le sentiment et le mouvement, il perd la vie si l'éthérisation se prolonge. Si l'on éthérise un chien jusqu'à le frapper d'anesthésie générale, et qu'on mette le nerf sciatique à nu, on reconnaît que le nerf a perdu toute *sensibilité*, mais qu'il conserve son *excitabilité* (Flourens, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIV, p. 482).

Si l'on injecte dans l'artère crurale d'un chien du chloroforme ou de l'éther chlorhydrique chloré, le nerf sciatique, mis à nu, a conservé sa *sensibilité*, mais il a perdu sa motricité (Flourens, *Ib.*, t. XXXII, p. 26).

(1) Mueller's *Archiv*, t. I.

apin fut mis en expérience deux mois et trois semaines après la section du atique. Dès que celui-ci fut découvert dans son trajet entre les muscles :t demi-tendineux, nous vîmes que, contre notre attente, et à notre grand r, la continuité du tronc s'était rétablie. Le nerf fut coupé de nouveau au- de la cicatrice, opération pendant laquelle, chose remarquable, l'animal hauts cris, sans éprouver la moindre convulsion, et le bout inférieur fut : manières très diverses, tant à l'aide d'une simple paire de plaques gal- s, que par des incisions et par le pincement ; il n'y eut aucune trace de ions.

un chien, deux mois et demi s'étaient écoulés depuis la section du nerf, s bouts furent trouvés également réunis. L'expérience fut faite de la même : absolument que sur le lapin, et elle donna aussi le même résultat, c'est- que tout pouvoir réactionnaire était éteint dans le nerf. Cependant les s continuaient encore de montrer des traces légères de contraction, lors- ' appliquait directement les excitants ; mais cette faculté s'éteignit aussitôt mort, tandis qu'on pouvait provoquer les convulsions les plus énergiques membre du côté opposé.

périence fut tentée sur un second lapin, cinq semaines après la section du n laps de temps si court devait nous rendre plus curieux encore de con- le résultat. Ici point de substance intermédiaire entre les bouts du nerf tous deux étaient légèrement tuméfiés, et ils adhéraient au tissu cellulaire nant : cependant la portion enlevée avait environ huit lignes de long, que sa longueur ne s'élevait qu'à près de quatre lignes chez les deux pré- animaux. Ni les irritations mécaniques, ni les agents chimiques (la potasse ue), ni le galvanisme, ne purent, appliqués aux nerfs, provoquer de tions dans les muscles; il ne fut même pas possible d'y parvenir en directement les muscles, quoique le lapin eût d'ailleurs beaucoup de

expériences analogues et confirmatives ont été faites par Steinruek (1), n (2), Marshall Hall (3), Guenther et Schoen (4). Ces derniers ont vu bilité des nerfs éteinte au bout de huit jours. Suivant Marshall Hall, on ne pas l'irritabilité des nerfs rachidiens en séparant le cerveau de la moelle e.

expériences prouvent que la faculté qu'ont les nerfs de déterminer des ments dans les muscles, et l'irritabilité de ces derniers eux-mêmes, se t peu à peu après la cessation de toute communication entre les nerfs et ties centrales. Cependant elles auraient donné un résultat plus décisif en- i, au lieu d'une simple paire de plaques, on eût employé une petite pile que pour éprouver l'irritabilité des nerfs et des muscles; car il n'y avait te manière de s'assurer positivement si la faculté était totalement éteinte ux des cas.

: *nerv. regenerat.* Berlin, 1838.
: *funct. nerv. cerebr.*, p. 122, 123.
ULLER's *Archiv*, 1839, p. 200.
ULLER's *Archiv*, 1840, p. 270.

En fait, d'après les expériences de Reid (1), de Stannius (2) et de Longet (3), les muscles conservent leur irritabilité à un faible degré longtemps encore après que les nerfs ont perdu entièrement la leur, ce que j'avais moi-même observé dans l'un des cas précédemment rapportés. Valentin veut que l'extinction de cette

(1) *Edinb. monthly Journ. of med. scienc.*, 1841, mai.

(2) Froriep's *Notizen*, 1841, n° 418.

(3) Longet, au lieu de se borner à opérer la résection d'un nerf et à attendre pendant plusieurs semaines pour expérimenter sur l'excitabilité de son bout libre, a découvert celui-ci sur des chiens différents, dès le premier, le second, le troisième, le quatrième et le cinquième jour, et il affirme que, séparé de l'axe cérébro-spinal, un nerf moteur perd, après le quatrième ou le cinquième jour, toute excitabilité, c'est-à-dire, toute force nerveuse. Il s'assure du fait en appliquant avec précaution le galvanisme aux ramuscules nerveux les plus ténus : alors on ne voit plus la moindre contraction de la fibre musculaire, qui pourtant est encore irritable et oscille quand on l'excite elle-même *directement*. Avant Longet, aucun expérimentateur n'avait songé à isoler les nerfs du sentiment de ceux du mouvement, à l'effet de rechercher l'importance relative de leur action sur l'irritabilité musculaire. En suivant cette voie nouvelle, il a constaté que, même trois mois après l'extinction de toute force nerveuse motrice, la fibre charnue révèle encore son irritabilité sous une influence même purement mécanique, mais immédiate, ce qui lui permet d'établir que la décharge d'un agent impondérable partant des nerfs moteurs et le stimulant spécial transmis par les nerfs de cette classe ne sont qu'une des causes excitatrices de leur irritabilité. Les expériences de Longet s'opposent néanmoins à ce qu'on regarde l'irritabilité musculaire comme indépendante de l'action nerveuse en général ; car, six semaines après la suppression des nerfs de sentiment, cet expérimentateur démontre que l'irritabilité musculaire est déjà notablement diminuée par suite d'un trouble manifeste dans la nutrition des muscles. Sa conclusion est que l'irritabilité est une force inhérente aux *muscles vivants*, « Si, dit-il, quoique assurément indépendante des nerfs moteurs, elle réclame pour son entretien le secours d'un autre ordre de nerfs (sensitifs ou organiques) et celui du sang artériel, nous espérons avoir démontré que ces deux conditions sont nécessaires, *non pour donner ou communiquer aux muscles la force et la propriété dont il s'agit*, mais seulement pour y entretenir la nutrition, sans laquelle toute propriété vitale disparaît dans un organe quelconque. » Ces recherches de Longet ont un côté applicable à la pathologie. Elles ont établi, comme il le fait observer lui-même, que les dissidences des pathologistes (dont les uns soutiennent que l'irritabilité persiste dans les muscles paralysés du mouvement volontaire, et dont les autres prétendent le contraire) dépendent : 1° des époques différentes auxquelles on a agi *directement* sur la fibre musculaire paralysée ; 2° de ce qu'on n'a point distingué les cas où le mouvement volontaire seul était supprimé de ceux où le mouvement et la sensibilité étaient à la fois anéantis. Cette distinction est pourtant bien importante en pathologie, puisque, d'après les recherches précédentes, on est autorisé à affirmer que, dans les cas de paralysie exclusive du mouvement, les muscles ne sont, pour ainsi parler, que dans l'attente de l'abord nouveau de la force nerveuse motrice pour recouvrer leur activité première et obéir de rechef aux ordres de la volonté, tandis que, dans les cas de paralysies anciennes et simultanées du sentiment et du mouvement, les expériences de Longet démontrent que les muscles ne sauraient plus recouvrer leurs usages, à cause d'une dégénérescence de leur tissu et de la perte de leur mobilité, dues à l'absence du concours des nerfs de sensibilité. (*Cons.* Longet, *Rech. exp. sur les condit. nécess. à l'entret. et à la manifest. de l'irritabilité musculaire*, avec *applicat. à la pathologie*. Paris, 1841.) — Au reste, Reid cite (*loc. cit.*, p. 9, 10) une expérience dont les résultats sont fort singuliers, et qui, par cela même, mériterait d'être répétée. Il coupa, sur quatre grenouilles, les nerfs des pattes de derrière, immédiatement à leur sortie du système nerveux central ; puis l'un des deux membres paralysés fut soumis chaque jour à l'action d'un courant électrique. Au bout de deux mois, l'irritabilité persistait bien encore dans les deux membres frappés de paralysie ; mais, tandis que les muscles de celui qui avait été galvaniquement irrité conservaient leur volume et leur consistance, ceux du membre demeuré tranquille étaient flasques et atrophiés. (*Note du trad.*)

propriété dans les muscles soit accompagnée d'un changement de structure des fibres primitives. Suivant Reid, elle dépend de ce que les muscles cessent de se nourrir après la section de leurs nerfs : chez un lapin, les muscles du côté paralysé furent trouvés, six semaines après la section des nerfs, plus légers de moitié environ que ceux du côté sain (1).

CHAPITRE IV.

Du principe actif des nerfs.

Les anciens n'avaient d'idées arrêtées ni sur la nature du principe nerveux, ni sur les lois de son action. Ils donnaient à ce principe le nom d'*esprits nerveux*, et pensaient que, partant du cerveau, il anime les parties organisées en suivant le trajet des nerfs. Après qu'on eut étudié les effets de l'électricité par frottement et les lois de sa propagation, beaucoup de médecins trouvèrent qu'en comparant les nerfs à des appareils électriques, ils donnaient plus de précision à leur manière de concevoir l'action de ces organes; mais ce ne fut qu'après la découverte du galvanisme qu'on en vint à une application exacte de cette hypothèse et autres analogues.

Après la découverte du galvanisme, beaucoup de physiciens, tels que J. Aldini (2), Galvani, Humboldt, Fowler et autres, furent tentés de chercher la cause des phénomènes galvaniques dans une force animale inconnue jusqu'alors. Pfaff, Volta et A. Monro, au contraire, les attribuèrent à une électricité tout à fait indépendante du concours des organes animaux, et seulement excitée par la réaction des métaux et de l'humidité. Mais Volta démontra jusqu'à l'évidence la nature électrique de l'agent qui se déployait en pareil cas. Et lorsque enfin on eut découvert des phénomènes galvaniques ayant lieu dans d'autres corps, sans la coopération des parties animales, il n'y eut plus de doutes sur l'exactitude de l'opinion de Volta. A. Monro s'était déjà trouvé conduit auparavant, par ses propres expériences, à soutenir que le fluide galvanique qui excite les nerfs est électrique, qu'il diffère totalement de la force nerveuse, et qu'il n'agit que comme excitateur de cette force, en sorte que c'est celle-ci seule qui détermine les convulsions (3).

On a conclu des expériences galvaniques que les nerfs sont entourés d'une atmosphère de sensibilité, parce que, dans le cas de deux bouts nerveux qui ne se touchent pas, l'agent galvanique saute de l'un à l'autre en franchissant la distance

(1) J. Reid. *On the relation between muscular contractility and the nervous system.* Edinbourg, 1841, p. 9. Chez un lapin auquel, sept semaines auparavant, on avait excisé un lambeau d'un des nerfs sciatiques, les muscles du membre opéré ne pesaient plus que 170 grains, tandis que ceux de l'autre membre en pesaient 327. Les os avaient diminué aussi, car le tibia et le péroné pesaient 89 grains du côté sain, et 81 seulement du côté opéré. (*Note du trad.*)

(2) *Essai sur le galvanisme.* Paris, 1804, 2 vol. in-8.

(3) Fowler, *Experiments and observations relative to the influence called animal electricity.* Londres, 1793.

qui les sépare. Aujourd'hui l'on sait que cet espace est rempli seulement d'une vapeur aqueuse conductrice, et que ce qu'on avait cru pouvoir regarder comme une atmosphère de sensibilité, n'est qu'un amas de vapeurs à travers lesquelles l'électricité se propage. C'est en cela précisément que l'électricité et la force nerveuse diffèrent l'une de l'autre ; car la force nerveuse n'agit plus à travers un nerf sur lequel on a appliqué une ligature ou pratiqué une section transversale, tandis que ce nerf n'est pas moins bon conducteur du fluide électrique qu'auparavant, lorsque le point de la section ou de la ligature se trouve compris entre deux armatures (1).

Wilson Philip a prétendu qu'en coupant les nerfs de la paire vague sur un mammifère vivant, et faisant passer un courant galvanique par le bout qui va gagner l'estomac, ce courant contribue à l'accomplissement de la digestion, comme pourrait le faire le nerf lui-même dans son intégrité. En supposant que le fait fût vrai, il ne prouverait point l'analogie du principe nerveux et de l'électricité ; car, après qu'on a pratiqué la section transversale d'un nerf, le bout opposé au cerveau conserve encore pendant quelque temps la faculté de remplir jusqu'à un certain point ses fonctions ordinaires lorsqu'on vient à l'irriter. Mais ceux qui ont recommencé les expériences de Wilson Philip n'ont pu arriver au même résultat que lui ; je les ai répétées avec Dieckhoff, sur toute une série d'animaux, sans remarquer nulle différence, après la section de la paire vague, soit qu'on employât ou non l'électricité.

Le névrilème est un excellent conducteur du galvanisme, et les nerfs ne sont même pas meilleurs conducteurs de l'électricité que d'autres parties animales humides ; car le courant galvanique ne suit pas nécessairement leurs ramifications, et il n'y a que le principe nerveux qui les suive. Le courant galvanique saute avec une égale facilité sur des parties animales voisines, lorsque celles-ci lui offrent une voie plus courte pour se rendre du nerf à l'autre pôle (2).

On reconnaît l'électricité aux corps qui l'isolent et à ceux qui la propagent ; tels en sont les caractères certains.

Lorsqu'on arme un nerf avec les deux pôles, ou qu'on fait passer un courant galvanique à travers son épaisseur, le muscle auquel il aboutit entre en convulsion, non pas parce que le galvanisme agit jusque sur lui, mais parce que le courant transversal de ce fluide excite la puissance motrice du nerf, qui n'agit que suivant la direction de ses branches, absolument de même qu'on détermine des convulsions en brûlant le nerf, le cautérisant, ou le pinçant.

Si ce n'est pas le nerf lui-même qui communique avec les deux pôles, mais que l'un de ceux-ci seulement soit mis en rapport avec lui, et l'autre avec le

(1) Les expériences de Marshall Hall touchant la conservation de l'excitabilité avaient été faites sur des animaux à sang froid : Brown-Séquard a cherché s'il en était de même chez les animaux à sang chaud, et il a trouvé que, quelle que fût la durée de la vie des mammifères ou des oiseaux, après la séparation de la moelle épinière et du cerveau, les nerfs restaient toujours excitables. Il a vu que les mammifères et surtout les oiseaux peuvent survivre des mois entiers et même plus d'une année à la section transversale complète de la moelle épinière. Ce n'est donc pas du cerveau que les nerfs tirent le principe de leur excitabilité (*Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*, t. I, p. 17, 1850 et t. II, p. 29, 1851). É. L.

(2) *Comp.* BISCHOFF, dans MUELLER's *Archiv*, 1841, p. 20.

produit un courant galvanique, non seulement à travers l'épaisseur
is encore du nerf au muscle, entre les deux pôles, et l'effet est alors
semblable à celui qui arrive quand on galvanise le muscle lui-même.
.s, on excite la force nerveuse dans tous les points de la longueur du
u muscle.
it aussi qu'il ne s'établit pas de convulsions lorsqu'après avoir exercé
on ou appliqué une ligature sur le nerf, on le met en rapport avec
ies, au-dessus du point contus ou lié. Ici, le galvanisme passe bien
paisseur du nerf, comme dans le premier cas, mais la force nerveuse
travers le point qui a reçu la contusion ou qui supporte la ligature.
t le nerf contus ou lié est parfaitement apte à conduire le galvanisme;
ment que les armatures soient appliquées au-dessus et au-dessous du
courant galvanique traverse ce point, et provoque des convulsions,
portion encore saine de nerf comprise entre la plaie et le muscle se
ilée.
même alors qu'ils sont tout à fait frappés de mort, demeurent con-
galvanisme, à l'instar de toutes les parties animales humides, tandis
rdu l'aptitude à provoquer des contractions dans les muscles.
t ces différences pourraient être expliquées, même dans l'hypothèse
té absolue entre l'électricité et la force nerveuse, si, à l'instar de
considérait les filets nerveux comme garnis d'enveloppes isolantes.
filament central des tubes nerveux est entouré d'une substance grasse
tre lui et la paroi du tube, qui, de même que toute graisse quelconque,
ice de corps isolant envers l'électricité, tandis que le tube lui-même,
st imprégné d'humidité, demeure conducteur de cette dernière.
animale, agissant dans les filets nerveux, pourrait donc être empêchée
ter à d'autres filets, tandis que l'électricité amenée du dehors peut très
onduite par la membrane des tubes humides et par les ligatures hu-
jection qu'alors l'électricité amenée du dehors, et qui suit les surfaces
pourrait pas, comme elle fait réellement, pénétrer la moelle nerveuse
agir sur le filet central, n'est pas de nature à ne comporter aucune
les courants électriques que des corps isolants empêchent de se jeter
os conducteurs, n'en déterminent pas moins des courants dans ceux-
iction. Le courant qui résulte de l'induction est opposé à celui qui le
u moment où l'on ferme la chaîne, et dirigé dans le même sens que
on ouvre cette chaîne.
verte de l'électro-magnétique a fait connaître les instruments galva-
s les plus sensibles. Vavasseur et Béraudi (1) disent avoir observé que
implantées dans les nerfs d'un animal vivant deviennent magnétiques
limaille de fer. Cette expérience ne m'a jamais réussi (2).

universali di medicina, 1829, mai.
cemment, Longet et Matteucci (*Sur la relation qui existe entre le sens du cou-
te et les contractions électriques dues à ce courant*, dans *Annales médico-psycho-
r.* 1844,) ont vainement tenté de nouveaux essais, mais sur un animal de
e (cheval). Ils font remarquer que, pendant la durée de leur expérience, par
uleur que volontairement on excitait chez l'animal, son train de derrière était le

Mais l'aiguille d'un galvanomètre très sensible est affectée par des cuisses de grenouille préparées à la manière de Galvani, comme le prouvent les expériences de Nobili et de Matteucci. Pour cela, on coupe une grenouille en deux, de manière à ne conserver que les membres postérieurs et l'extrémité inférieure de la colonne vertébrale, en ayant soin que celle-ci ne communique avec les cuisses qu'au moyen des nerfs seulement. Si alors on plonge l'animal par ses deux extrémités, nerfs lombaires et jambes, dans deux capsules pleines d'eau salée, et qu'on ferme le circuit en plongeant les deux extrémités d'un galvanomètre dans les deux capsules, l'aiguille magnétique éprouve une déviation de dix à vingt et même trente degrés, due à un courant dirigé dans l'animal des pieds à la tête, que Nobili appela *courant propre de la grenouille* (1).

Matteucci a découvert récemment un fait d'une haute importance (2), savoir que, quand l'intérieur d'une portion de muscle de grenouille ou d'animal à sang chaud est mis en rapport, par un arc de communication, avec la surface du même muscle, il se produit un courant dirigé de la partie interne du muscle vers la périphérie, et qui est indiqué par le galvanomètre placé dans l'arc de communication. On rend le phénomène plus sensible en employant une chaîne de plusieurs morceaux de muscles, dont chacun doit avoir sa face interne en rapport avec la face externe du suivant. Le courant s'annonce aussi par des contractions dans la grenouille préparée, lorsqu'on emploie cette dernière pour faire communiquer ensemble l'intérieur et l'extérieur d'un muscle sur un animal vivant. Matteucci a également observé que, si l'on galvanise ou irrite mécaniquement le nerf d'une grenouille préparée, un nerf d'une seconde grenouille, mis en contact avec le muscle, se trouve aussi affecté, et détermine des convulsions dans cette seconde grenouille.

Dubois-Reymond, par une série d'observations délicates, a trouvé les principes généraux d'où les faits qui viennent d'être exposés peuvent être tous déduits comme autant de cas particuliers. Un courant susceptible d'être démontré par le galvanomètre se produit lorsque la *coupe transversale* d'un muscle vient à être mise en communication, par un arc, avec la surface de ce muscle, c'est-à-dire avec sa *coupe longitudinale*. La section transversale du muscle agit de même que le tendon de ce dernier, qu'on peut considérer comme un revêtement de la coupe transversale naturelle des faisceaux musculaires. Tout faisceau musculaire, ou fragment d'un faisceau musculaire suffit au développement du courant, lorsqu'au moyen d'un arc conducteur on en fait communiquer la coupe transversale avec la surface. Mais un morceau de nerf agit aussi d'après la même loi qu'un lambeau de chair musculaire. Quand l'arc conducteur touche deux points de la surface extérieure du nerf, ou ses deux moignons, on n'aperçoit pas de courant: celui-ci apparaît sur-le-champ, en affectant la même direction que dans le muscle, lorsque l'arc met en communication un point de la surface extérieure du nerf avec un point de sa coupe transversale. Les phénomènes cessent dès que la décomposition

siége d'efforts énergiques répétés, et que, par conséquent, les extrémités du galvanomètre ont été mises en rapport avec le nerf sciatique au moment même où il transmettait l'influence excitatrice aux muscles de la cuisse et de la jambe. (*Note du trad.*)

(1) Matteucci, *Traité des phénom. électro-physiol. des anim.*, Paris, 1844, p. 11.

(2) *Loc. cit.*, p. 51.

ce à s'emparer des parties animales; ainsi, par exemple, on ne les observe ıns les muscles cuits (1).

ılte de ces faits que les tubes des faisceaux musculaires et des filaments se trouvent, par rapport à leur contenu, dans un état de tension électrique ›olarité, et que cette tension est liée à leur intégrité vivante et s'éteint vec la vie. Comme, dans les muscles, le tendon établit déjà une commu- de coupe transversale à surface, entre les parties polarisées, il doit y avoir organes un courant électrique continuel, qu'on nomme, pour cette raison, *nusculaire*.

ırant est interrompu par la contraction du muscle lui-même. Matteucci l'a dans le tétanos, et Dubois-Reymond s'affaiblir ou s'interrompre à chaque ›n du muscle. Comme la contraction ne fait pas cesser la communication ice, l'interruption du courant doit tenir à ce que la polarité électrique ıe cesse pendant la durée de la contraction.

'à présent les phénomènes électriques qu'on a découverts dans les muscles rfs n'autorisent point encore à identifier le principe nerveux avec l'élec- .'expérience de Matteucci, qui a vu que, quand on place sur le muscle A 'une seconde préparation musculaire B, et qu'on irrite mécaniquement ou

GENDORFF's *Annalen*, t. LVIII, n° 1.—M. Dubois-Reymond de Berlin (*Comptes rendus des sciences*, t. XXVII, p. 641; voyez aussi ses deux volumes, *Untersuchungen über Electricitat*, 1848 et 1849) a publié des détails sur l'électricité développée par le fait traction musculaire. Le dispositif de cette expérience est simple. Il prend un galvano- sensible, fixe à ses deux bouts deux lames de platine parfaitement homogènes, plonge dans deux vases remplis d'eau salée, et finit par introduire dans les mêmes vases deux espondants des deux mains. Voici alors ce qui se passe. A la première immersion des se fait presque toujours une déviation de l'aiguille plus ou moins prononcée, dont la ne reconnait aucune loi, et qui est probablement due, du moins en partie, à une hété- quelconque de l'enveloppe cutanée des doigts. Il va sans dire que ce n'est pas cette :tion dont il s'agit dans l'expérience. Au contraire, pour observer l'effet annoncé, il lre ou bien que l'aiguille soit revenue au zéro du cadran, ou bien qu'elle ait pris une able sous l'empire d'un reste de courant qui refuse de s'effacer. Ce moment venu, on les muscles de l'un des bras, de manière à établir l'équilibre entre les fléchisseurs et les de toutes les articulations du membre, à peu près comme on a coutume de le faire oles de gymnastique, pour faire apprécier, au toucher, le développement de ses mus- stant, l'aiguille se met en mouvement, et le sens de sa déviation est toujours tel qu'il ans le bras tétanisé, un courant *inverse* d'après la notation de Nobili, c'est-à-dire un rigé de la main à l'épaule. Le bras tétanisé se comporte donc comme le ferait le cuivre ne-cuivre qu'on supposerait établi entre les deux vases à la place du corps humain.

e autre note (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. XXX, p. 512), M. Dubois- résume ainsi ses recherches: 1° Tous les muscles de tous les animaux (et non pas ceux de la grenouille), quand on applique à leurs extrémités tendineuses les extré- galvanomètre, donnent des courants d'intensité et de direction différentes dans les nuscles, mais constantes dans le même muscle; 2° dans tous les muscles, l'extrémité est négative par rapport à la surface charnue; 3° une coupe transversale artificielle se comporte comme l'extrémité tendineuse; 4° au point de vue électrique, le tendon chose qu'un revêtement inerte et simplement conducteur de la coupe transversale lu muscle, et, en général, il ne s'opère pas d'action électro-motrice appréciable au ı différents tissus animaux; 5° la surface charnue peut être remplacée dans son rôle une coupe longitudinale artificielle; 6° des hétérogénéités distribuées d'après la même t jusque sur des fragments de muscle presque microscopiques. É. L.

galvaniquement le nerf du muscle A, le muscle B se contracte simultanément, semble parler en faveur de cette hypothèse. Cependant Dubois-Reymond pense que le phénomène peut être expliqué d'une autre manière : comme le courant musculaire du muscle A est interrompu par sa contraction, cette interruption doit déterminer une rupture d'équilibre dans le nerf de la seconde préparation, et par conséquent amener la contraction du muscle B.

Nous devons donc reconnaître que l'identité du principe nerveux et de l'électricité n'est rien moins que prouvée; mais il ne nous est pas non plus permis d'aller plus loin. Peut-être existe-t-il, entre ces deux ordres de phénomènes, un rapport encore inconnu, analogue à celui qu'on a découvert entre l'électricité et le magnétisme. La seule chose qui nous soit interdite par la marche méthodique de la science, c'est d'employer une conjecture qui ne repose encore sur rien, pour la faire servir de base à des systèmes scientifiques.

Nous n'en savons pas plus sur la nature du principe nerveux que sur celle de la lumière et de l'électricité. Mais nous pouvons étudier avec un égal succès les propriétés et les phénomènes du mouvement de tous ces principes. Une même question se présente à l'égard de tous, celle de savoir si leurs effets dépendent du déplacement d'une matière impondérable, ou d'une impulsion mécanique, c'est-à-dire des ondulations d'un fluide, comme on l'admet pour la lumière, dans une des deux théories qui servent à en expliquer les phénomènes. Quelle que soit la plus exacte de ces hypothèses, en ce qui concerne le principe nerveux, peu nous importe pour l'étude de la mécanique du système nerveux; elles n'ont pas plus d'influence à cet égard que par rapport aux lois de la mécanique de la lumière (1).

SECTION II.

DES NERFS DE SENTIMENT ET DE MOUVEMENT.

CHAPITRE PREMIER.

Des racines sensitives et motrices des nerfs rachidiens (2).

Le fait que les mêmes nerfs président, dans le tronc, au sentiment et au mouvement à la fois, et que l'une de ces fonctions se trouve quelquefois anéantie par paralysie dans un nerf, pendant que l'autre persiste, est un des problèmes les plus importants de physiologie. Charles Bell eut le premier l'ingénieuse pensée que les [illegible]

(1) *Cons.* le chapitre de la force nerveuse, dans Longet, *Anat. et physiol. du syst. nerv.* Paris, 1842, t. I, p. 120.

(2) *Voy.* Mueller, dans Froriep's *Notizen*, n° 646-647. — *Ann. des sc. nat.*, 1834. — Longet, dans *Archiv. gén. de méd.*, 1841, *sur les fonctions des racines des nerfs rachidiens et des faisceaux de la moelle épinière, avec un exam. hist. et crit. des expériences faites sur ces organes depuis Ch. Bell.*

eures des nerfs rachidiens, celles qui sont pourvues d'un ganglion, président
iment seul, que les racines antérieures sont destinées au mouvement, et
filets primitifs de ces racines, après s'être réunis en un cordon nerveux,
nt ensemble pour subvenir aux besoins de la peau et des muscles. Il déve-
cette idée dans un petit ouvrage qui n'était point destiné à sortir du cercle
amis (1). Onze ans plus tard, Magendie présenta la même théorie. Le mé-
appartient de l'avoir introduite dans la physiologie expérimentale, pour ce
ncerne les nerfs rachidiens. Il prétendit, d'après ses expériences, que la
des racines postérieures fait cesser le sentiment seul dans les parties cor-
lantes, et que celle des racines antérieures n'y abolit que le mouvement.
ultats qu'il avait obtenus n'étaient qu'approximatifs. Suivant lui, les cordons
urs de la moelle épinière et les racines postérieures des nerfs rachidiens
nt spécialement au sentiment, et les antérieurs spécialement aussi au mou-
, bien que ces derniers ne soient pas non plus tout à fait dénués de la faculté
e. Ainsi, il trouva que l'application du galvanisme aux racines postérieures
fs rachidiens, après qu'elles avaient été détachées de la moelle épinière,
encore des convulsions, mais très faibles, dans les muscles, tandis qu'en
nt sur les racines antérieures, cette irritation en déterminait de violentes (2).
ériences, exécutées sur des animaux appartenant aux classes supérieures,
s plus cruelles qu'on puisse imaginer. L'énorme plaie qu'on est obligé de
ur ouvrir le rachis dans une étendue qui permette de couper les racines de
nerfs allant aux extrémités postérieures, suffit déjà pour mettre prompte-
vie en danger; elle entraîne une perte de sang considérable, et l'animal
failliblement avant qu'on ait eu le temps d'arriver à des résultats convain-
Aussi, quelque surprise qu'eût occasionnée le théorème de Bell, appuyé des
nces de Magendie, on ne songea point à constater l'exactitude de ces der-
Béclard seul trancha la question, mais d'une manière superficielle et peu
à satisfaire, en disant : « Les expériences de Ch. Bell, celles de Magendie
miennes propres ont clairement démontré que la racine postérieure des
spinaux est sensorielle et la racine antérieure motrice (3). » Les expé-
de Foderà furent accompagnées de symptômes tellement contradictoires,
e conçoit pas comment il put les donner comme venant à l'appui de celles
endie. Bellingeri en fit d'autres, qui le conduisirent à des résultats tout dif-
, et desquelles il conclut que la substance grise intérieure de la moelle
préside au sentiment, la substance blanche et fibreuse au mouvement, que
lons antérieurs de cette moelle et les racines antérieures sont destinés au
nent des fléchisseurs; enfin, que les cordons postérieurs et les racines pos-
es le sont au mouvement des extenseurs. Ces expériences ont été répétées
in par Schœps (4), sur un grand nombre d'animaux; mais les résultats sont
rés équivoques et douteux. J'eus aussi occasion de les reprendre en 1824, et
ivai non plus à rien de concluant. Depuis, m'étant livré à des recherches

n *idea of a new anatomy of the brain.* Londres, 1811.
urn. *de physiol.* Paris, 1822, t. II, p. 276. — *Comp.* Desmoulins et Magendie, *Anat. ol. du syst. nerv.*, Paris, 1825, t. II, p. 777.
Élém. d'anat. gén. Paris, 1823, p. 668.
Meckel's *Archiv*, 1827.

sur le système nerveux, j'éprouvai le désir de connaître enfin la vérité, et j'entrepris, sur des lapins, une série d'expériences d'après un tout autre plan. Car la marche qu'on avait suivie jusqu'alors ne pouvait conduire qu'à des déceptions, et ce qui le prouve, c'est que beaucoup d'animaux, les lapins surtout, effrayés par les préliminaires de l'expérience, dès avant qu'on leur ait fait éprouver aucune lésion considérable, ne donnent plus aucun signe de douleur, même lorsqu'on leur irrite violemment la peau par des contusions ou des taillades. Dans de telles conditions, comment pouvoir, pendant le peu de temps que l'animal survit à l'ouverture du rachis, arriver à la certitude qu'il conserve encore le sentiment ou qu'il l'a perdu?

On sait que le moindre tiraillement exercé avec une aiguille sur un nerf musculaire tendu détermine des convulsions dans les muscles correspondants. Or, si les racines postérieures des nerfs rachidiens n'étaient que sensitives et non motrices, l'aiguille, en les tiraillant, devrait ne point provoquer de contractions, tandis qu'en agissant de même sur les racines antérieures, elle devrait en déterminer. Afin de pouvoir juger des moindres convulsions, je mis à découvert les muscles des extrémités postérieures. L'expérience, répétée plusieurs fois, ne permit pas de déduire consciencieusement aucun résultat, parce que les ébranlements qu'on ne pouvait éviter en ouvrant le rachis, suffisaient pour exciter dans les muscles de petits tremblements qui répandaient de l'incertitude sur tout le reste de l'expérience.

Enfin j'ai réussi complétement sur des grenouilles.

Je me sers, pour ouvrir le rachis, d'une pince qui coupe bien par le côté et à la pointe. L'opération n'exige que quelques minutes, et n'expose point à léser la moelle épinière. Les grenouilles qui l'ont subie conservent leur vivacité, et sautillent comme auparavant. Aussitôt après avoir ouvert le rachis et fendu les membranes, on aperçoit les grosses racines postérieures des nerfs destinés aux pattes de derrière. On les soulève avec précaution, au moyen d'une aiguille à cataracte, en évitant de prendre aucune des racines antérieures, et on les coupe dans l'endroit même de leur insertion à la moelle épinière. Puis on en saisit le bout avec des pinces, et on irrite les racines elles-mêmes avec la pointe de l'aiguille. *Jamais cette irritation mécanique ne provoque le moindre indice de convulsions dans les pattes de derrière.* On peut répéter l'expérience, avec le même résultat, sur les racines postérieures des nerfs destinés aux pattes de devant, qui sont également très volumineuses.

Qu'on soulève ensuite, avec l'aiguille, les racines antérieures, non moins grosses, des nerfs qui se rendent aux pattes de derrière, on s'aperçoit de suite qu'il suffit du moindre attouchement pour donner lieu sur-le-champ aux contractions les plus vives dans le membre entier. Si on les coupe au niveau de la moelle, qu'on les saisisse avec des pinces, et qu'on les irrite avec la pointe de l'aiguille, le même effet a lieu.

En répétant ces expériences sur un grand nombre de grenouilles, on acquiert la conviction qu'il est absolument impossible, chez ces animaux, de provoquer des convulsions par les racines postérieures des nerfs rachidiens, tandis que la plus légère irritation exercée sur les racines antérieures en détermine sur-le-champ de très violentes.

: que les deux ordres de racines tiennent encore à la moelle épinière, on aire naître des convulsions dans les membres de derrière en soulevant les postérieures, attendu que, par là, on exerce des tiraillements sur la elle-même. Mais ces convulsions ne sont pas le fait des racines posté-; elles dépendent de la moelle épinière, dont l'irritation se transmet aux s par les racines antérieures, ou motrices. Aussi, quand on a préalablement les racines antérieures, peut-on irriter la moelle, ou les racines postérieures unies avec elle, sans qu'il se manifeste le moindre vestige de mouvements sifs.

expériences avec le galvanisme excité par deux simples plaques, l'une de autre de cuivre, ne sont pas moins décisives.

ritation galvanique portée sur les racines antérieures coupées donne lieu champ aux convulsions les plus violentes, tandis que, quand elle agit racines postérieures, elle n'en provoque jamais. Je m'attendais à ce que :ines postérieures, quoique exclusivement sensitives, seraient cependant conduire le fluide galvanique jusqu'aux nerfs. En effet, il est inévitable, on emploie une très forte pile, que le fluide soit conduit par les racines eures, tout aussi bien qu'il le serait par une autre substance animale quel-, comme il arriva dans les expériences de Magendie; mais il n'en demeure oins certain que l'irritation galvanique d'une simple paire de plaques, mise port avec les racines postérieures, n'agit point sur les muscles, au lieu que, elle porte sur les racines antérieures, elle détermine sur-le-champ des sions.

au contraire, on fait la chaîne entre les racines postérieures et le tronc des achidiens, il est tout naturel que des convulsions surviennent, puisqu'alors te en même temps les fibres motrices du tronc nerveux.

s une autre série d'expériences, je fis agir une forte irritation galvanique sur ines postérieures convenablement isolées, afin de voir jusqu'où on peut aller terminer le passage de l'électricité dans les nerfs du mouvement. Ces expé- m'ont réussi encore avec une pile de trente-quatre paires de plaques.

principales d'entre les expériences dont je viens de donner la description, celles avec les irritations mécaniques et avec une simple paire de plaques, faites par moi en présence d'un grand nombre de savants, et depuis long-je les répète chaque année, dans mes cours, toujours avec les mêmes résul-lles ont également réussi à Thomson, Retzius, Stannius (1), Seubert (2) et en (3).

get les a répétées, non moins heureusement, sur des mammifères (4).

(1) ECKER's *Annalen*, déc. 1832.

(2) *De function. rad. ant. et post. nerv. spin.* Carlsruhe, 1833.

(3) *De differentia et nexu inter nervos vitæ animalis et organicæ.* Leyde, 1836.

(4) La preuve du théorème de Bell a été donnée par Longet, chez les animaux supérieurs, travail fort étendu (*loc. cit.*, 1841). Il l'a obtenue *sur des chiens adultes*, à l'aide de ation comparative du galvanisme aux deux sortes de racines spinales, comme cela avait d'abord sur les grenouilles par Mueller, en 1831. De plus, Longet, en donnant la dé-ation expérimentale de la *complète insensibilité* des racines antérieures des animaux su-, a mis au jour un caractère différentiel entre les deux ordres de racines, aussi tranché ui qu'on obtient de l'emploi du galvanisme. (*Note du trad.*)

Les expériences de Panizza (1) sur des grenouilles et des boucs, au moyen de la section des racines, confirment également l'exactitude de la découverte de Bell.

La manière dont Bell et Magendie ont cherché à démontrer la théorie sur les nerfs peut aussi être appliquée aux grenouilles, et conduit alors à un résultat certain. Que l'on coupe, sur une grenouille, du côté gauche, les trois racines postérieures, et, du côté droit, les trois racines antérieures des nerfs destinés aux pattes de derrière, on trouve que le sentiment est aboli dans la patte gauche, et le mouvement dans la patte droite. Alors, si l'on coupe le bout de la patte droite, qui conserve le sentiment et a perdu le mouvement, l'animal témoigne une vive douleur, dans toutes les parties de son corps, par les mouvements qu'il exécute, mais il lui est impossible de remuer la patte droite, bien que la douleur s'y fasse sentir également; si l'on coupe le bout de la patte gauche, qui est mobile encore, mais insensible, l'animal ne ressent rien. Cette expérience est, sans contredit, la plus frappante de toutes, et elle donne un résultat complet, décisif, absolu, non un demi-résultat; car on est certain, chez les grenouilles, de couper toutes les racines des nerfs de la patte de derrière, ces racines étant en petit nombre, mais fort grosses.

Je ferai remarquer encore que, quand on coupe les racines postérieures pour les détacher de la moelle épinière, on aperçoit fréquemment des marques bien prononcées de douleur dans la partie antérieure du tronc (2).

(1) *Ricerche sperimentali sopra i nervi.* Pavie.

(2) Voici, sur l'homme, un cas très tranché de la séparation du mouvement et de la sensibilité. M. Lebret (*Comptes rendus de la Société de biologie; Gaz. méd.*, 1850, p. 250) a mentionné un fait de *spina-bifida*, accompagné d'anesthésie, dans l'extrémité des membres inférieurs, sans paralysie du mouvement. L'enfant sujet de cette observation est un jeune garçon de six ans, couché à l'hôpital des Enfants : il porte au niveau des deux premières vertèbres lombaires une tumeur fluctuante, représentant assez bien une moitié de grosse pomme, sans tension ni changement de couleur à la peau, sans battements ni variations de volume. On apprécie l'écartement des lames vertébrales entre lesquelles cette tumeur fait saillie, et l'enfant accuse une douleur assez vive lorsque l'on presse fortement sur elle. Les mouvements des membres sont conservés; ce garçon est venu à pied à l'hôpital; il marche très normalement; mais la sensibilité a tout à fait disparu, dans les deux membres, de la plante des pieds inclusivement jusqu'à la réunion du tiers moyen avec le tiers supérieur de la jambe, tellement qu'une boule d'eau chaude laissée imprudemment au contact des pieds a produit une brûlure du deuxième degré dans toute l'étendue de la région plantaire, sans que l'enfant en ait eu conscience. Aujourd'hui encore, on panse les plaies, on pique la peau vivement; tant que la limite indiquée ci-dessus n'est pas dépassée, il n'y a aucune sensation, l'enfant rendant d'ailleurs parfaitement compte de ce qu'il éprouve. On note encore chez ce malade quelques douleurs vagues, ressenties souvent dans des points différents des membres; il urine constamment sous lui; les selles ont lieu volontairement. M. Lebret perdit de vue ce malade, qui mourut bientôt, et l'autopsie fut faite en son absence. Il regrette de ne pouvoir en donner les détails, mais il sait positivement qu'on n'a rencontré aucune altération de la moelle épinière; que le spina-bifida était constitué par une dilatation des méninges rachidiennes, occupant l'espace laissé par l'écartement des lames vertébrales, et que le volume de la tumeur était dû principalement à une accumulation de tissu adipeux à l'extérieur. É. L.

CHAPITRE II.

Des propriétés sensitives et motrices des nerfs cérébraux.

ıs entrer déjà ici dans le détail de la physiologie des divers nerfs cérébraux, s les examiner au point de vue des ressemblances ou des différences qu'ils ntent quand on les compare aux nerfs rachidiens. On peut les rapporter aux :s suivantes :

Nerfs purement sensitifs, nerfs des sens supérieurs : l'olfactif, l'optique et ıstique.

Nerfs mixtes, à racine double : le trijumeau, le glosso-pharyngien, le pneumo- ique, avec l'accessoire de Willis, et, chez plusieurs mammifères, le grand glosse.

Nerfs principalement moteurs, à racine simple, qui, soit que, moteurs par nêmes, ils reçoivent des fibres sensitives par leur union avec des nerfs de ment, soit qu'ils contiennent déjà des fibres sensitives dans leurs racines, ne ent être réduits aux nerfs rachidiens à double racine : l'oculo-musculaire nun, le pathétique, l'abducteur et le facial (1).

ırmi ces troncs, ce sont surtout ceux des deux dernières classes qui méritent étude spéciale.

NERFS CÉRÉBRAUX MIXTES A RACINE DOUBLE.

Nerf trijumeau.

sait que le nerf trijumeau a deux racines : l'une, la grande, qui se renfle en nglion, auquel on donne le nom de Gasser ; l'autre, la petite, qui n'a point nflement, et qui passe devant le ganglion, pour aller se jeter dans le tronc rf maxillaire inférieur. Les branches qui naissent de la première, ou plutôt nglion de Gasser, c'est-à-dire l'ophthalmique et la maxillaire supérieure, ıt vraisemblablement que sensitives. La troisième, ou le nerf maxillaire :ur, qui provient en partie de la petite racine, et qui reçoit des filets de cement du ganglion de Gasser ou de la grande racine, est à la fois motrice sitive.

:minons d'abord les propriétés de la première branche, de l'ophthalmique. :meaux sont le nerf naso-ciliaire et le nerf frontal.

Premier, qui se distribue principalement au nez, à l'angle interne de l'œil, njonctive et au sac lacrymal, s'annonce par cela même comme un nerf de ient ; l'autre pourrait être considéré, au contraire, comme un nerf moteur, u qu'il ne se répand pas seulement dans la peau du front et de la paupière eure, mais qu'il envoie aussi, dit-on, de petits filets aux muscles orbicu- des paupières, frontal et surcilier : cependant ces muscles reçoivent aussi

(1) Voy. la classification physiologique des nerfs cérébraux proposée par Longet, dans *Anat. hiol. du syst. nerv.* Paris, 1842, t. II, p. 4.

des ramifications du nerf facial. Ch. Bell a rendu vraisemblable que le nerf fr
est exclusivement sensitif, et que les filets moteurs de ces parties proviennen
facial. Il fit la section du nerf frontal chez un homme qui était affecté de tic
loureux : cette opération fut très douloureuse. Un autre sujet, au contraire,
une paralysie du muscle surcilier, à la suite de la destruction de la branche
périeure du nerf facial par un ulcère développé au-devant de l'oreille. Bell
connaître tout récemment deux ou trois cas de maladies du nerf ophthalmique
s'accompagnaient d'une insensibilité complète de l'œil et des paupières, sans
de la vue (1).

La seconde branche du nerf trijumeau est entièrement sensitive, comme
précédente, et elle ne contient absolument aucune fibre motrice, ce qu'o
montre sans peine. Plusieurs de ses filets annoncent leur caractère sensitif p
seul qu'ils se répandent dans des parties non musculeuses; tels sont les ner
taires, antérieur et postérieur, le nerf vidien, les nerfs nasaux, les nerfs p
et le nerf naso-palatin de Scarpa. Ce qui établit que le nerf sous-cutané de
mette et le sous-orbitaire sont sensibles aussi, c'est qu'ils se distribuent d
rence à la peau, et l'on peut prouver de la manière la plus certaine qu
sous-orbitaire, qui s'anastomose tant de fois avec le facial, et qui lui-m
verse plutôt les muscles de la face qu'il ne leur donne des ramifications,
tient point de fibres motrices (2).

Bell coupa, sur des animaux, le nerf sous-orbitaire du côté gauche de la face
et le nerf facial du côté droit ; il s'ensuivit une insensibilité complète du côté
gauche, et une paralysie du mouvement de l'autre côté. La section du nerf facial
détermina des convulsions dans les muscles de la face, ce que ne produisit pas
celle du nerf sous-orbitaire. Bell coupa le nerf sous-orbitaire à un âne, et le nerf
facial à un autre âne : ce dernier animal conserva la sensibilité, mais perdit la
puissance musculaire ; l'autre perdit la faculté de sentir, et conserva la faculté de
contracter ses muscles. L'irritation mécanique du nerf sous-orbitaire, chez ces
animaux, déterminait de violentes douleurs, mais ne donnait pas lieu à des convulsions. L'exactitude de ces expériences a été constatée par Schœps (3) et par
moi (4). Bell a vu un homme qui, à la suite d'une lésion du nerf sous-orbitaire,
perdit le sentiment dans la lèvre supérieure, sans pour cela être privé du mouvement (5). Cependant il s'est trompé en disant que ce nerf servait aux mouvements de la lèvre supérieure pour la préhension du fourrage : il prétendait avoir
observé qu'un âne auquel le nerf sous orbitaire avait été coupé des deux côtés, ne
pouvait plus rien saisir avec les lèvres, et qu'il ne faisait que les appuyer contre
le sol, afin d'embrasser le fourrage avec la langue ; lui et Schœps ont aussi remarqué qu'après la section d'un seul nerf facial les lèvres n'en conservaient pas moins

(1) MAGENDIE, *Journal*, t. X, p. 9.

(2) C. BELL, *Exposit. du syst. nat. des nerfs*, 1825. — MAGENDIE, *Journal*, t. II, p. 66. — ESCHRICHT, *De functionibus nervorum faciei et olfactus organi*. Copenhague, 1825. — G. BACKER, *Comment. ad quæstionem physiologicam*. Utrecht, 1830. — *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1839, t. III, p. 691 et suivantes, pour la discussion qui a eu lieu dans cette Académie. — Castel, *Exposition des attributs du système nerveux*. Paris, 1845.

(3) MECKEL's *Archiv*, 1827, p. 409.

(4) FRORIEP's *Notizen*, n° 647.

(5) MAGENDIE, *Journal*, t. X, p. 8.

ι côtés leur mobilité pour la préhension de la nourriture. Mayo, le premier, é cette erreur (1). Il coupa le nerf sous-orbitaire : l'animal ne put plus fourrage avec les lèvres, et il ne se servait non plus de ces organes peine pendant la mastication ; mais il les pouvait ouvrir, ce que Bell . Mayo crut, avec raison, pouvoir expliquer le phénomène par la perte iment dans les lèvres, car l'animal ne sentait plus le fourrage, quoiqu'il ›re le saisir. Mais ce physiologiste a mis hors de doute que le mouvement es dépend du nerf facial, après la section duquel, des deux côtés, il y a de tous les muscles de la face, y compris ceux des lèvres. Quant au mou-les lèvres, des deux côtés, après la section d'un seul nerf facial, Backer , non sans fondement, à ce que le côté paralysé se trouve entraîné d'une passive dans les mouvements déterminés par la contraction du muscle re des lèvres.

quelles sont mes propres expériences sur le nerf sous-orbitaire des lapins. elque force qu'on irrite, qu'on tiraille ou qu'on pince ce nerf, jamais on le moindre vestige de convulsion dans les muscles du museau, j'en pra- section immédiatement à sa sortie ; cette opération fit pousser un cri l'animal, et donna lieu à d'énergiques démonstrations de douleur. Le nerf fut mis en rapport avec deux plaques métalliques, après que le nerf eut été étendu sur une lame de verre : je n'aperçus aucune trace de on dans les muscles du museau mis à découvert ; mais il en survint lorsque le nerf d'une des plaques, et les muscles de l'autre plaque, parce que, cas, il s'établissait, jusqu'aux muscles du museau, un courant galvanique, erminait, dans ces derniers, des convulsions auxquelles le nerf ne prenait art, du moins au point de vue de ses facultés intrinsèques. Je fis en-ir sur le bout isolé du nerf sous-orbitaire une pile de soixante-cinq paires ques ; l'attouchement de certains points du nerf, qui est très large, ne ina pas de convulsions dans les muscles du museau, tandis que celui de autres points en produisit de petites. Ce phénomène, auquel je ne m'at-pas, peut être attribué à deux causes : d'abord à ce que les branches du cial s'annexent au nerf sous-orbitaire, immédiatement après sa sortie du nsuite à ce que, quand on emploie une forte pile, le fluide galvanique ne ›as, comme à l'ordinaire, le plus court chemin pour se rendre d'un point tre, mais se répand de tous les côtés et par tous les conducteurs. Ainsi, f musculaire contus n'excite pas de convulsions quand on le galvanise au-du siége de la contusion, parce que la force motrice est interrompue ; galvanisme traverse le point lésé, pour aller agir sur les parties infé-demeurées intactes, lorsqu'on emploie une pile très puissante, de quatre-cent paires de plaques, et qu'on applique les deux pôles au-dessus de la on.

t donc prouvé par les expériences de Bell, de Schœps et de Mayo, comme ır les miennes propres, que toutes les ramifications de la première et de la branche du nerf trijumeau qui partent de la racine ganglionnaire sont es et non motrices.

nat. and physiol. comment. Londres, 1822, p. 107.

La troisième branche, qui se compose de la petite racine et d'une partie de la grande, est évidemment motrice et sensitive, comme les nerfs rachidiens le sont après avoir été produits par la réunion d'une racine ganglionnaire sensitive et d'une racine non ganglionnaire motrice. C'est ce qui ressort de la manière dont elle se distribue.

Si maintenant l'on compare ensemble le nerf trijumeau et les nerfs rachidiens, on voit qu'ils se ressemblent d'une manière bien manifeste en ce qui concerne les racines, puisque tous deux en ont une sensitive, qui est pourvue d'un ganglion, et une seconde motrice, qui est simple ; mais la ressemblance n'existe plus à partir du point où les racines sont réunies. En effet, dans les nerfs rachidiens, les filets primitifs des racines sensitives et des racines motrices se réunissent pour produire de nouveaux ordres de nerfs, qui contiennent à la fois et des fibres motrices et des fibres sensitives. Dans le nerf trijumeau, au contraire, la plus grande partie de la portion sensitive demeure indépendante, et les deux premières branches ne sont que sensitives, tandis que la troisième ressemble aux nerfs rachidiens, en ce qu'elle provient de l'union de la portion motrice, qui est la plus petite, avec une partie de la portion sensitive.

Les nerfs massétérin, temporaux profonds, buccal, ptérygoïdiens et mylo-hyoïdien, et ceux des muscles péristaphylin interne, péristaphylin externe, et interne du marteau, qui naissent de la troisième branche, d'une manière directe ou indirecte, sont évidemment moteurs. Hein (1) a observé des mouvements du muscle péristaphylin interne lorsqu'il irritait les racines du nerf trijumeau dans le crâne.

On reconnaît que les ramifications de la troisième branche contiennent aussi des fibres sensitives en examinant les filets que le massétérin envoie à l'articulation temporo-maxillaire. La portion inférieure et postérieure de la troisième branche du nerf trijumeau ne renferme, au contraire, que des fibres sensitives. Le nerf auriculaire, ou temporal superficiel, n'est point un nerf musculaire ; il s'unit au nerf facial, tant avec le tronc qu'avec ses branches, et communique en partie à ce nerf la sensibilité que lui-même possède indépendamment de sa force motrice. Il ne se distribue qu'à des parties sensibles, au conduit auditif externe, au pavillon de l'oreille et à la peau de la tête.

Le nerf dentaire inférieur ne fournit pas le mylo-hyoïdien ; car, ainsi que M... l'a fait remarquer, ces deux nerfs n'ont point de connexion ensemble, et ils ne font, dans une certaine étendue de leur trajet, que marcher l'un à côté de l'autre jusqu'au trou alvéolaire. Mais le tronc du nerf n'est évidemment que sensitif, comme on peut en juger d'après les nerfs dentaires et d'après le rameau mentonnier. Un cas observé par Bell prouve que ce dernier appartient à la classe des nerfs de sentiment ; il vint à être intéressé dans l'avulsion d'une dent, et la lèvre inférieure demeura ensuite insensible (2). Il est de toute évidence que le nerf lingual ne possède pas la faculté motrice, et qu'il n'est que nerf sensitif de la langue, quoiqu'il se répande aussi dans les parties charnues de cet organe.

Desmoulins avait déjà fait remarquer que, quand on irrite le nerf lingual d'un

(1) Mueller's *Archiv*, 1844, cah. 3.
(2) Magendie, *Journal*, t. X, p. 8.

mal pousse des cris, mais ne remue pas la langue, et que celle-ci de-
ement immobile lorsqu'on galvanise le nerf après la mort. J'ai répété
nces sur des lapins vivants. Le nerf lingual (préalablement coupé), ne
ien qui ressemble à des convulsions quand on irrite son bout péri-
ec une aiguille, ni même lorsqu'on fait agir sur lui les deux pôles d'une
xante-cinq paires de plaques. Mais, si l'on applique un pôle sur lui et
la langue, des convulsions surviennent, parce qu'alors le nerf remplit
simple conducteur animal humide, qui transmet le fluide galvanique
nuscles de l'organe (1). Magendie a également remarqué, après la sec-
f lingual, l'insensibilité de la langue, sans perte du mouvement. Je me
ncu aussi que ce nerf sent la douleur.

:e qui précède il résulte que le nerf trijumeau est, par sa grande racine,
sitif de toute la partie antérieure et latérale de la tête (à l'exclusion des
péciales de l'odorat, de la vue et de l'ouïe), et par sa petite racine le
· de tous les muscles qui servent à la mastication. Aussi Magendie a-t-il
n de son tronc abolir tous ces mouvements et toute espèce de sentiment
la tête entière, l'œil, le nez, la langue, phénomènes que lui, Bell et
également observés dans les maladies de son tronc ou de ses racines.
:tion de ce nerf dans l'intérieur du crâne, que Magendie a pratiquée sur
qu'Eschricht et Longet ont répétée, le sentiment était paralysé dans
de la tête; la membrane pituitaire et la conjonctive avaient perdu leur
et les piqûres, non plus que les irritants chimiques, comme l'ammo-
causaient pas de douleurs; l'œil était sec et l'iris contracté; la paupière
lade ne clignotait plus. Le lendemain, l'œil sur lequel on n'avait pas
lammé, par l'effet de l'irritation due à l'ammoniaque; mais l'œil paralysé
oint : l'insensibilité avait donc prévenu le développement de l'inflam-
is d'autres expériences, la section du nerf trijumeau amena, au bout de
urs, l'inflammation de la conjonctive, une sécrétion de matière puru-
s paupières, puis une iritis et des pseudo-membranes dans l'œil, qui
mber en suppuration; les gencives s'altérèrent et se ramollirent, la
chit du côté de la lésion, et son épithélium s'épaissit.

tions tactiles que l'œil éprouve, par exemple dans la conjonctive, doi-
en distinguées des sensations visuelles, de même qu'il ne faut pas con-
l'odorat les sensations qui se manifestent, dans le nez, par un sentiment
de froid, de sécheresse, de chatouillement, de prurit et de douleur.
ı visuelle n'a lieu dans l'œil que par le moyen du nerf optique, comme
ıs tactiles ne s'y accomplissent que par les branches du nerf trijumeau;
lans le nez, les sensations olfactives appartiennent au nerf olfactif seul,
tions tactiles aux seuls nerfs nasaux du trijumeau.

Nerf glosso-pharyngien.

s observations que j'ai citées précédemment, par rapport à un ganglion
-dessus du ganglion pétreux, par une partie des filets radiculaires du
pharyngien, ce nerf appartient à la classe des mixtes. J'ai fait voir que

(1) *Notizen*, n° 647.

ses racines se comportent exactement comme celles du trijumeau, puisqu'il y en a une partie qui se renfle pour produire le ganglion jugulaire supérieur, tandis que le reste passe au-devant du ganglion. On peut tirer la même conclusion de la manière dont il se distribue. En effet, il fournit des ramifications tant à la partie postérieure de la membrane muqueuse de la langue qu'aux muscles du pharynx, notamment au stylo-pharyngien. Mayo avait déjà remarqué qu'il possède la force motrice (1), et j'ai observé, sur un lapin, qu'en le galvanisant, même après la mort, il survenait des convulsions au pharynx.

Reid (2), Valentin (3) et Longet (4) soutiennent, au contraire, par suite d'expériences, que ce nerf n'est pas moteur : cependant les observations de Volkmann (5) et de Home ont ramené les choses où elles en étaient auparavant, c'est-à-dire prouvé que le glosso-pharyngien est un nerf mixte. Volkmann, en irritant sa racine, a provoqué des mouvements du muscle stylo-pharyngien et du pharynx: Hein a vu le muscle stylo-pharyngien se contracter par la même cause.

Nerf vague et accessoire de Willis.

Le tronc entier du nerf vague se renfle en un ganglion dans l'intérieur du trou déchiré postérieur. Il se comporte donc là à la manière d'une racine sensitive. Mais comme, aussitôt après sa sortie du trou déchiré, il reçoit une partie du nerf accessoire de Willis, on n'était pas éloigné d'admettre qu'il tient de ce dernier ses fibres motrices pour le rameau pharyngien et les nerfs laryngés. Mais, dès avant la découverte des propriétés dont jouissent les racines des nerfs rachidiens, c'est-à-dire en 1805, Gœrres avait comparé les racines du nerf vague et de l'accessoire aux deux racines d'un nerf rachidien (6). Cette idée a été émise aussi, dans des temps plus rapprochés de nous, par Arnold et Scarpa, qui ont comparé le nerf vague à une racine postérieure, et l'accessoire à une racine antérieure. Bischoff l'a développée (7), en l'appuyant d'expériences. Il enleva, sur un bouc, une partie de l'os occipital, et coupa toutes les racines du nerf accessoire, dans l'intérieur du crâne, des deux côtés. Tant que l'opération dura, l'animal poussa des hurlements continuels; mais Bischoff remarqua qu'après la section des racines d'un côté, la voix devenait plus rauque, et que la raucité prenait un caractère de plus en plus prononcé, à mesure que le nombre des racines coupées du côté opposé augmentait. La voix cessa complétement après la section de toutes les racines : *Hircus omnem vocem amisit et summissum quemdam ac raucissimum tantummodo emisit sonum, qui neutiquam vox appellari potuit.*

(1) *Comp.* Mayo, dans le *Journal de Magendie*, t. III, p. 355.
(2) *Edinb. med. and surg. Journ.*, 1838, p. 109.
(3) *De funct. nerv. cerebral.*, p. 38.
(4) *Anat. et physiol. du syst. nerv.*, t. II, p. 220.
(5) *Exposition der Physiologie.* Coblentz, 1805, p. 328.
(6) *Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia.* Heidelberg, 1832.
(7) Dans ces derniers temps (1841), l'expérience a été répétée par Longet, qui s'exprime ainsi : « Sur un septième chien, le résultat, quoique n'ayant pas été absolu, m'a semblé, ainsi qu'à tous les assistants, confirmatif de l'opinion de Bischoff. Ainsi, ayant agi sur le nerf spinal du côté droit, je déterminai une raucité de la voix, qui augmenta encore quand j'eus expérimenté sur le spinal du côté gauche. Néanmoins, je n'obtins point une aphonie complète. [illegible]

moyen certain pour décider la question me parut être d'irriter les racines du ıgue dans l'intérieur du crâne. Pour arriver avec autant de célérité que pos- ux racines, je pris un gros chien vivant, auquel je commençai par mettre le ıx à découvert; puis je sciai le crâne, et je brisai l'arc de la première ver- cervicale avec des pinces; ensuite j'écartai le cervelet jusqu'à ce que les s du nerf vague et de l'accessoire devinssent apparentes; je les coupai, pour acher de la moelle allongée, et j'irritai celles du nerf vague, tant par des ıs mécaniques qu'à l'aide d'une simple paire de plaques. D'une manière e de l'autre, il survint des contractions bien manifestes dans le pharynx. expérience, que j'ai publiée en 1834, me fit douter de l'exactitude de la e dont il s'agit ici, et j'engage les physiologistes à la répéter, pour voir si j'ai bservé.

ıak a remarqué que, chez les animaux, une partie des filets du nerf vague au-devant de son ganglion.

ntin (1) et Longet (2) se prononcent pour la nature purement sensitive du ague et la nature motrice de l'accessoire; le premier d'après des expériences s racines de la paire vague, le second d'après le résultat d'expériences de ıff répétées par lui. Cependant beaucoup d'auteurs ont admis le caractère du nerf vague, de sorte que ce point de doctrine ne paraît plus pouvoir com- de doutes aujourd'hui. Suivant les expériences de Reid, le nerf vague est i-même sensitif et moteur. Dans les nombreuses expériences de Volkmann s racines du nerf vague, il y eut un mouvement du pharynx, du voile du pa- des muscles du larynx, tandis que les irritations de l'accessoire n'en déter- ent jamais aucun dans ces parties, mais produisirent seulement des convul-

l'idée de fendre la membrane thyro-hyoïdienne, et, en évitant avec soin la lésion des currents, de renverser le larynx au-devant du cou de l'animal, pour juger des mouve- le la glotte. Nous ne fûmes pas peu surpris en voyant qu'à droite la paralysie était com- andis qu'à gauche on apercevait encore de légers mouvements. J'annonçai qu'à l'au- si l'opinion de Bischoff était fondée, nous devions rencontrer une destruction complète spinal droit, et incomplète de celui du côté gauche. Ma prévision se réalisa de la manière satisfaisante; d'ailleurs, le bulbe et les *filets radiculaires du nerf vague furent trouvés acts.* » (*N. du trad.*)

'*e functionib. nerv.*, p. 45. Il affirme que l'excitation des racines du nerf vague, *séparées n de celles du spinal*, ne donne lieu à aucun mouvement dans le pharynx, le larynx, age, etc. (*Note du trad.*)

onget (*loc. cit.*, t. II, p. 265. *Voy.* aussi son *Mémoire sur les fonctions des nerfs et des du larynx, et sur l'influence du nerf accessoire de Willis dans la phonation*, 1841), en entant sur des *chevaux*, a vu l'application du galvanisme au spinal, avant son entrée trou déchiré postérieur, susciter les contractions les plus manifestes dans le larynx, le et la partie supérieure de l'œsophage, tandis que ces organes sont restés immobiles l stimulait de la même manière les racines du nerf vague. Toutefois il recommande de les précautions suivantes pour obtenir ce dernier résultat négatif: 1° séparer complète- nerf vague du bulbe rachidien, afin de prévenir les mouvements réflexes; 2° écarter sement les filets les plus supérieurs du spinal de ceux du pneumo-gastrique: 3° inter- ne lame de verre mince entre ces deux nerfs, en se méfiant surtout de l'humidité, qui t si aisément le galvanisme d'un point à un autre; 4° enfin ne pas faire usa p forte: 20 couples suffisent, même chez le cheval, pour donner lieu aux effe tes. (*Note du tr*

sions dans les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze (1). Stilling a observé l'effet moteur des racines du nerf vague (2). Dans les expériences faites en présence de Krause, il y eut des mouvements au pharynx, à l'estomac et à la glotte, tandis que l'estomac et l'organe de la voix demeurèrent tranquilles lorsqu'on irrita l'accessoire, également dans l'intérieur du crâne.

Van Kempen (3) a vu, en irritant le nerf vague dans l'intérieur du crâne, les muscles internes du larynx se mouvoir : ces muscles demeuraient en parfait repos lorsque l'irritation portait sur l'accessoire (4). Je renvoie à son ouvrage pour ce qui concerne les effets moteurs de chacune des branches du nerf vague. Mais il a remarqué que l'irritation des racines de ce nerf dans le crâne déterminait des convulsions du pharynx et du voile du palais, par l'action des muscles péristaphylin externe et palato-pharyngien, muscles qui peuvent aussi être mis en mouvement par l'irritation du nerf accessoire (5).

(1) Mueller's *Archiv*, 1840, p. 450.

(2) *Bericht von der Versammlung der Naturforscher in Braunschweig*, p. 91.

(3) *Essai expérimental sur la nature fonctionnelle du nerf pneumogastrique.* Louvain, 1842.

(4) Ce fait est en contradiction avec les résultats des expériences de Bischoff, répétées par Longet.

(5) M. Cl. Bernard a étudié (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, p. 13) l'influence des nerfs pneumogastriques sur les contractions du cœur. Quand on place le cardiomètre de M. Magendie sur l'artère carotide d'un cheval, on constate que la pression totale du système artériel soutient une colonne mercurielle de 130 à 140 millimètres, à laquelle vient s'ajouter une augmentation de 15 à 20 millimètres pour chaque contraction du cœur. Si, à ce moment, on résèque les deux nerfs pneumogastriques dans la région moyenne du cou, on constate que la pression totale du système artériel augmente, tandis que l'oscillation due à la contraction du cœur diminue, et n'est plus alors que de 5 à 6 millimètres. En même temps, le nombre des pulsations devient beaucoup plus considérable. Chez le chien, on constate les mêmes phénomènes; seulement, à l'état normal, les contractions du cœur, chez cet animal, sont très irrégulières. Aussitôt après la section des nerfs pneumogastriques, les pulsations, devenues plus nombreuses et plus faibles, offrent une très grande régularité dans leur succession.

D'un autre côté, M. Brown Séquard (*Ib.*, 1850 ; *Gazette médicale*, 1850, p. 476), qui a vu le cœur battre avec sa régularité et sa vigueur ordinaire, pendant plusieurs mois, chez des batraciens, après l'extirpation de la moelle allongée, s'est demandé si les nerfs vagues, tout séparés qu'ils étaient de la moelle allongée, ne transmettaient pas au cœur des excitations venues de leurs ganglions. En effet, le ganglion du nerf vague est très gros chez les batraciens, animaux qui sont ceux qui survivent le plus longtemps à la perte de la moelle allongée. Il a extirpé le ganglion du nerf vague, des deux côtés, sur un grand nombre de grenouilles intactes, ou qui avaient subi déjà l'extirpation de la moelle allongée. Malgré une forte hémorrhagie, ces animaux ont survécu jusqu'à vingt ou trente jours. Pendant toute leur survie, leur cœur a battu avec autant de force et de régularité qu'à l'ordinaire. M. Schiff, faisant des expériences analogues, a vu les animaux périr très promptement. M. Brown Séquard attribue cette différence à la différence de conditions physiques dans lesquelles ont été placés les batraciens. Les meilleures conditions sont : une basse température, de l'humidité, et surtout un abri qui les protége contre les courants d'air.

A ce sujet des mouvements du cœur, je mentionnerai un mémoire de M. Hiffelsheim (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1850 ; *Gazette médicale*, 1850, p. 332), sur la vitesse de la circulation. Cette vitesse dépend de trois éléments dont malheureusement l'estimation présente des difficultés : 1° la quantité totale de sang possédée par un homme ; 2° la quantité de sang qui est chassée du ventricule gauche à chaque systole ; 3° le nombre des systoles dans un temps donné. M. Hiffelsheim a obtenu les résultats suivants : 1° avec les chiffres les plus forts, il trouve que la durée totale d'une circulation de toute la masse du sang est de trois minutes trente-cinq secondes

rf accessoire est vraisemblablement déjà mixte lui-même, quoiqu'on n'y e un ganglion que dans des cas rares et exceptionnels; il lui arrive souvent stomoser dans l'intérieur du canal rachidien avec la racine postérieure du nerf cervical, et quelquefois même cette racine postérieure est entière- ırnie par lui (1).

s chiffres les plus faibles, d'une minute et quarante-six secondes. Entre ce minimum et um, la moyenne est de deux minutes et quarante secondes. Il suit de là que, chez un lulte, la masse entière du sang met deux minutes et quarante secondes à opérer une n complète. En calculant sur les mêmes bases, mais en prenant un nombre de systoles que M. Hiffelsheim, M. Günther (*Lehrbuch der Physiologie*, 1847, t. II) est arrivé à ıt un peu inférieur; la durée de la circulation totale est, suivant lui, d'environ une vingt-deux secondes. E. L.

Cl. Bernard (*Recherches sur les fonctions du nerf spinal, étudié spécialement dans ses avec le pneumo-gastrique*; Mémoires de l'Académie des sciences, savants étrangers, 693) a découvert les véritables fonctions de ce nerf et élucidé complétement une qui avait occupé plusieurs hommes éminents.

anatomique. — Le nerf spinal (accessoire de Willis) a été décrit comme un nerf isolé t du pneumo-gastrique, par Willis, en 1661. Mais, depuis cet anatomiste, les descrip- ent singulièrement varié; on avait compris, parmi les origines du spinal, des filaments que ngeait dans le pneumo-gastrique, si bien que la divergence la plus grande existait entre rs anciens et modernes sur l'interprétation qu'on devait donner aux connexions anato- ui existent entre le spinal et le pneumo-gastrique. En effet, Willis admet que le pneumo- fournit une anastomose au spinal, tandis que Scarpa et tous les modernes soutiennent, ıire, que c'est le spinal qui fournit au pneumo-gastrique un rameau considérable appelé *anastomotique interne*. Cette anastomose avait acquis une grande célébrité depuis les de Gœrres, de Scarpa, et surtout de Bischoff, parce que ces auteurs la considéraient ıpportant au pneumo-gastrique l'influence motrice du spinal, qui dès lors avait été re- i-même comme l'origine exclusive de toute la faculté motrice du pneumo-gastrique. formula cette doctrine en ces termes : *Nervus Willisii accessorius* (nerf spinal) *est otorius atque eamdem habet rationem ad nervum vagum, qui sensibilitati solummodo quam antica radix nervi spinalis ad posticam.* Cette proposition, qui est développée au vue anatomique et physiologique, est discutée dans la partie anatomique du Mémoire, uement, avec tout le soin qu'elle mérite. Il démontre que cette comparaison, qui assi- ıerfs spinal et pneumo-gastrique aux deux racines d'une paire rachidienne, bien que très se, n'est point exacte et repose au fond sur plusieurs erreurs anatomiques. Il fait voir non seulement par la comparaison des textes des auteurs, mais par des dissections très ses faites sur l'homme et sur les animaux, que Scarpa, et après lui les auteurs modernes, ité l'origine du spinal autrement que Willis, et que c'est de là que provient la divergence iptions. En effet, Willis ne comprend comme origines du spinal que les filets qui, nais- a moelle épinière cervicale, remontent dans le crâne en se réunissant successivement ıstituer un tronc unique qui s'accole au pneumo-gastrique, lui emprunte une anasto- ıs le trou déchiré postérieur et sort pour se distribuer ensuite dans les muscles sterno- n et trapèze. Scarpa mentionne, comme Willis, cette *branche externe* du spinal, qui va se r dans les muscles sterno-mastoïdien et trapèze; mais il en décrit une autre non indiquée is, la *branche anastomotique interne*, qui va se confondre avec le tronc du nerf pneumo- . Sur des pièces convenablement macérées, en décollant cette branche pour remonter origine, on voit qu'elle n'a pas de rapport avec la moelle épinière cervicale, et qu'elle de quelques filets émanés de la moelle allongée que Scarpa, contrairement à Willis, ıs les origines du spinal. Or, il reste évident que la description de Willis est néanmoins e, car, n'ayant pas compris dans les origines du spinal les filets de la moelle allongée, ait pas décrire la branche anastomotique interne qui en provient.

ritique, qui avait échappé à Bischoff ainsi qu'aux autres anatomistes, a conduit M. Ber-

Nerf grand hypoglosse.

Chez le bœuf et quelques autres mammifères, où ce nerf possède la petite racine ganglionneuse postérieure que Mayer a découverte, il fait partie de la classe des

nard à reconnaître dans le nerf spinal deux portions anatomiquement distinctes par leurs origines, savoir : 1° la *branche interne*, qui naît de la moelle allongée ; 2° la *branche externe*, qui provient de la moelle épinière cervicale. Les dissections de Spence (*Recherches anatomiques sur les nerfs pneumo-gastrique et spinal*, traduit dans les *Annales médico-psychologiques*, t. II, p. [illegible]), faites à un autre point de vue, viennent parfaitement à l'appui de cette distinction.

Il fait voir de plus que ces deux portions du nerf spinal sont souvent indépendantes l'une de l'autre dans leur développement relatif. Ainsi, chez le bœuf, le cheval, la branche externe est proportionnellement beaucoup plus développée que chez l'homme, tandis que chez les oiseaux cette branche externe disparaît entièrement, de telle sorte que chez ces animaux le nerf spinal est réduit à la *branche interne*.

Partie physiologique. — La proposition physiologique émise par Bischoff était très claire. Elle consistait à dire que la branche anastomotique interne du spinal était la *racine motrice* du nerf pneumo-gastrique, et la conséquence était qu'après la destruction du spinal toute la faculté motrice devait être anéantie dans le pneumo-gastrique. C'était là ce qu'il s'agissait de prouver. Bischoff, après plusieurs essais infructueux, parvint sur un chevreau à détruire les nerfs spinaux, et il observa que chez cet animal la voix s'éteignit aussitôt. Il en conclut que cette aphonie était le signe d'une paralysie de tous les mouvements du pneumo-gastrique, et que conséquemment la théorie était confirmée par l'expérience. Personne, après Bischoff, n'avait pu réaliser complétement la même expérience. M. Bernard la tenta à son tour, et, après avoir sacrifié plusieurs animaux (chiens), il parvint à détruire les spinaux et il obtint les mêmes résultats que Bischoff, c'est-à-dire, l'*aphonie*. Mais ce résultat, limité au larynx, ne paraissait pas autoriser les conclusions générales et absolues de Bischoff ; les animaux ne survivant que peu d'instants à l'opération, rien ne prouvait que l'œsophage, l'estomac, le cœur, le poumon, fussent paralysés comme l'était le larynx. Pour juger la question, il fallait absolument faire survivre longtemps les animaux, et examiner avec soin toutes les fonctions motrices des organes auxquels le pneumo-gastrique distribue ses rameaux. C'est en vue de ce but qu'il imagina un procédé nouveau d'extirpation des nerfs, qui permet d'arracher et de détruire sur des chats ou des lapins les nerfs spinaux sans ouvrir le crâne et sans compromettre la vie par le fait même de l'opération. Le procédé de M. Bernard consiste à saisir le spinal à sa sortie du trou déchiré postérieur et à opérer par arrachement la destruction de toutes les origines intra-rachidiennes. Voici comment on opère : Au moyen d'une incision étendue de l'apophyse mastoïde jusqu'un peu au-dessous de l'apophyse transverse de l'atlas, on découvre la branche externe du spinal dans le point où elle se dégage en arrière du muscle sterno-mastoïdien. Avec une petite érigne, on fait soulever par un aide la partie supérieure du muscle sterno-mastoïdien ; et, disséquant avec soin la branche externe du spinal, on s'en sert comme d'un guide pour parvenir jusqu'au trou déchiré. Chemin faisant, il suffit de quelques précautions pour éviter la lésion des vaisseaux et des nerfs voisins. Lorsqu'on est arrivé au-delà du muscle sterno-mastoïdien, entre les faisceaux duquel il faut suivre le spinal, on arrive vers la partie antérieure de la colonne vertébrale et, en remontant, pour se diriger vers le trou déchiré postérieur, on aperçoit bientôt le nerf hypoglosse, qui vient traverser la direction du nerf pneumo-gastrique. C'est précisément en ce point que la branche anastomotique interne se détache du spinal pour se porter vers le tronc du pneumo-gastrique. A l'aide de pinces modifiées pour cet usage, on saisit cette branche en même temps que la branche externe du spinal, puis on exécute, sur le [illegible] du nerf spinal qu'on a ainsi saisi, une traction ferme et continue, c'est-à-dire sans [illegible] agit sur toutes les origines du nerf. Bientôt on sent une sorte de craquement, le nerf cède, et l'on ramène au bout des pinces un long filament nerveux conique, qui se termine par une [illegible] excessivement ténue, et dont se détachent des radicules quand on le place sous l'eau. [illegible] rien autre chose que toute la portion intra-rachidienne du nerf spinal. Comme on le voit, le procédé opératoire, tel qu'il vient d'être décrit, a pour but d'arracher le nerf spinal en entier, [illegible]

nerfs mixtes à double racine. Chez l'homme, il n'est, la plupart du temps, que moteur, au point de vue de ses racines, et c'est seulement pendant le cours de sa distribution qu'il reçoit des fibres sensitives par anastomose. Mais si l'on considère que les racines ordinaires de ce nerf forment une série qui se continue avec celle des racines antérieures des nerfs rachidiens, qu'il a une racine postérieure chez quelques mammifères, que la racine postérieure du premier nerf cervical venant immédiatement après lui manque quelquefois, et qu'alors ce dernier lui ressemble

à-dire, de détruire à la fois les origines qui constituent la branche externe et la branche interne. Mais on pourra, si l'on veut, extirper isolément, soit les origines medullaires, soit les origines bulbaires du spinal. En effet, si l'on saisit avec les pinces, et si l'on exerce les tractions sur la branche interne seule, on arrache seulement les filets bulbaires, et l'on aura les résultats de l'ablation isolée de la branche interne. Si, au contraire, on saisit la branche interne du spinal, ce qui est l'opération la plus facile, on arrachera seulement les origines medullaires du spinal, et l'on aura les résultats de l'ablation isolée de la branche externe. Au bout de quatre ou cinq jours, les plaies du cou entrent en cicatrisation, et les animaux sont rendus à leur état normal, moins les spinaux qu'ils n'ont plus. Ainsi, par ce procédé, on atteint le but : les nerfs spinaux ont bien été détruits, et les nerfs pneumo-gastriques ménagés ; dès lors, il a été permis de constater des phénomènes nouveaux et d'observer toutes les phases des troubles fonctionnels qui suivent l'ablation du nerf dont on veut étudier les usages.

Les animaux dont ces nerfs sont ainsi extirpés survivent indéfiniment, et l'on n'observe chez eux que l'*aphonie* : tous les autres phénomènes de la digestion, de la circulation et de la respiration, qui sont sous l'influence motrice du pneumo-gastrique, ne sont point paralysés et continuent de s'exécuter normalement.

Ces expériences conduisent évidemment à d'autres conclusions que celles de Bischoff. Elles démontrent que l'ablation des nerfs spinaux n'agit que sur les fonctions du larynx et laisse intacts tous les autres organes qui reçoivent leurs mouvements involontaires du pneumo-gastrique (estomac, cœur, poumon, etc.). Et comme, d'autre part, M. Bernard démontre que cette faculté motrice ne provient d'aucune anastomose du pneumo-gastrique, soit avec le facial, l'hypoglosse ou les paires cervicales, il faut bien reconnaître que ce nerf n'est point un nerf sensitif pur, mais qu'il est mixte, c'est-à-dire que dès son origine il est composé à la fois par des filets de sentiment et par des filets moteurs involontaires. De tout cela, il résulte finalement que le nerf spinal ne peut pas être considéré comme la racine antérieure du nerf pneumo-gastrique.

Il s'attache ensuite spécialement à déterminer les usages des nerfs spinaux relativement aux fonctions du larynx, et il montre que cet organe, constituant un appareil double destiné à la fois à la respiration et à la phonation, est influencé par deux ordres de nerfs distincts, savoir : le pneumo-gastrique, qui préside aux mouvements *respiratoires* involontaires, et le spinal, qui préside aux mouvements *vocaux* volontaires. Chez l'homme et la plupart des mammifères, ces deux ordres de nerfs se trouvent mélangés et unis dans les nerfs laryngés. Mais l'anatomie comparée montre que cette fusion du spinal et du pneumo-gastrique n'est qu'accidentelle. Chez le chimpansé, par exemple, elle n'a pas lieu, et la branche interne du spinal chez cet animal va se rendre directement au larynx.

En résumé, le pneumo-gastrique est un nerf mixte qui tient sous sa dépendance trois grandes fonctions dont les mouvements sont involontaires : la digestion, la circulation, la respiration. Cependant, parmi ces fonctions, la respiration participe à la vie volontaire ou de relation par l'appareil vocal, qui est placé sur son trajet.

C'est seulement pour cette fonction que le nerf spinal, essentiellement moteur volontaire, se trouve sur-ajouté à l'influence du pneumo-gastrique. Pendant le sommeil, le larynx ne sert qu'à la respiration et ne fonctionne que sous l'influence du pneumo-gastrique. A l'état de veille, lors de l'acte de la phonation, l'influence du spinal intervient pour agir sur le larynx. Mais si les spinaux ont été préalablement détruits, l'animal ne peut plus agir sans son appareil vocal ; il reste aphone, et son larynx, comme son estomac ou son cœur, continue toujours à fonctionner pour la vie organique, et cesse de pouvoir désormais servir pour la vie de relation. É. L.

nerf grand hypoglosse du bœuf
cervical, on ne peut douter que
crâne même, le nerf hypoglosse
premier nerf rachidien.
le sont le premier cervical et

Chez le bœuf et quelques autres
ganglionneuse postérieure que Mayer

nard à reconnaître dans le nerf spinal
gines, savoir : 1° la *branche interne*,
provient de la moelle épinière cervi-
les nerfs pneumo-gastrique et spinal.
faites à un autre point de vue, vienne-
Il fait voir de plus que ces deux po-
l'autre dans leur développement rela-
proportionnellement beaucoup plus
cette branche externe disparaît ent-
est réduit à la *branche interne.*

Partie physiologique. — La pro-
consistait à dire que la branche an-
pneumo-gastrique, et la conséquen-
trice devait être anéantie dans l
Bischoff, après plusieurs essais in-
et il observa que chez cet animal
signe d'une paralysie de tous les
théorie était confirmée par l'expé-
la même expérience. M. Bernar-
(chiens), il parvint à détruire le
dire, l'*aphonie.* Mais ce résult-
générales et absolues de Bisch.
prouvait que l'œsophage, l'e
Pour juger la question, il fal-
soin toutes les fonctions motr-
C'est en vue de ce but qu'
d'arracher et de détruire se
compromettre la vie par le
le spinal à sa sortie du tro-
toutes les origines intra-ra-
de l'apophyse mastoïde j
la branche externe du sp
dien. Avec une petite éri
mastoïdien; et, disséqu-
pour parvenir jusqu'au
éviter la lésion des vais-
mastoïdien, entre les fa
la colonne vertébrale
çoit bientôt le nerf hyp
précisément en ce po
porter vers le tronc du
cette branche en mêm
du nerf spinal qu'on a
agit sur toutes les orig
ramène au bout des p
excessivement ténue,
rien autre chose que l
cédé opératoire, tel q

établissent mes expériences sur
Mayo. Lorsqu'on le tiraille, qu
paire de plaques, des convul-
la pointe. Sa section sur un animal
l est donc la cause des mouvements
la parole. Mais sa sphère d'activité
des grands muscles du larynx
qu'il possède également la sensibilité
la douleur quand on l'irrite. Dans
postérieure dont il est pourvu chez
trouvé cette racine postérieure; ici
que d'autres nerfs lui envoient par
ses anastomoses tant avec le nerf

TRAJET, REÇOIVENT DES FIBRES SENSITIVES
DES FIBRES DE CETTE NATURE DANS LEUR

musculaire, pathétique, abducteur.

en même temps d'un certain degré de
en général. Dans d'autres muscles, la
fibres sensitives des racines postérieures
motrices. Cette explication ne saurait servir
des muscles oculaires s'accompagnent
dans ces organes. Cet effet dépend-il de
les racines simples, motrices ou
bien des fibres qui le rendent possible
pendant leur trajet? On a souvent
une anastomose du nerf pathétique avec la
dans le veau, un petit filet de cette pre-
l'oculo-musculaire. On est incertain si la
ophthalmique, venant du nerf nasal,
si elle en fait aussi parvenir quelques
musculaire. Quant au nerf abducteur,
provenant d'autres nerfs. Dans un tel état de
rapport à la question de savoir d'où ces nerfs
aptes à être sensibles en même temps que

Nerf facial.

Le nerf facial est le nerf moteur proprement dit de tous les muscles de la face (à l'exception des masseters), de l'occipital, des auriculaires, du stylo-hyoïdien, du peaucier, et du ventre postérieur du digastrique, dont le ventre antérieur reçoit des filets du nerf mylo-hyoïdien, provenant de la troisième branche du trijumeau. Dans les oiseaux, il paraît se distribuer uniquement au muscle stylo-glosse et au muscle cutané du cou. La section de ce nerf entraîne la paralysie de tous les muscles de la face; l'animal n'élève plus les sourcils; il ne peut plus fermer les paupières; ses muscles auriculaires sont paralysés, son museau est pendant et immobile, etc. Ces phénomènes ont été constatés par Bell, Mayo, Schoeps, Backer et autres. Backer a remarqué qu'après l'empoisonnement par la noix vomique, la section du nerf facial ramenait sur-le-champ le calme dans les muscles de la face, tandis que ceux des autres parties du corps continuaient d'éprouver des spasmes. Lorsqu'on irrite le tronc de ce nerf, il survient des convulsions dans tous les muscles de la face (1).

(1) MM. Martin-Magron et Brown-Séquard ont observé un tournoiement et un roulement consécutifs à l'arrachement du nerf facial. Si, après avoir mis à nu le nerf facial à sa sortie du trou stylo-mastoïdien, chez un lapin ou un cobaye vivant, on tire vivement sur ce nerf, de façon à le détacher à son insertion encéphalique, ou tout à côté, on voit, après un temps qui varie de deux à cinq minutes, l'animal tourner sur lui-même par un mouvement de manége. Cette rotation a lieu de gauche à droite si l'arrachement a été fait à gauche, et de droite à gauche, si c'est le nerf facial droit qu'on a arraché. Le tournoiement est précédé en général par des mouvements convulsifs des yeux, des mâchoires et de la tête sur le tronc; on voit ensuite l'animal se replier sur lui-même en arc, et si fortement parfois que la tête s'approche considérablement du train postérieur. La concavité de cet arc existe du côté de l'arrachement. Il semble que tous les muscles longitudinaux de ce côté du corps soient mis dans un violent état de contraction, contre lequel l'animal lutte vainement. On éprouve de grandes difficultés quand on veut redresser le tronc et le cou de l'animal. Quelquefois le mouvement de manége commence aussitôt après cette incurvation latérale; d'autres fois, ce n'est qu'après s'être ainsi tenu plié pendant un instant que l'animal commence à tourner. Le mouvement circulaire est d'abord opéré sur place, puis, au bout de quelques minutes, le cercle s'agrandit, et enfin, après huit, dix, vingt ou trente minutes au plus, l'animal marche droit. Pendant tout le temps du tournoiement, il n'y a de trace de paralysie dans aucune partie du corps, à l'exception, bien entendu, d'une moitié de la face.

Lorsqu'en arrachant le nerf facial, il se déchire dans une portion de son trajet dans le rocher, le tournoiement n'a pas lieu, mais il a lieu lors même que le nerf n'a pas été détaché à son insertion, pourvu qu'il n'en reste qu'une très petite portion adhérente au centre nerveux. Le plus sûr moyen de réussir en faisant cette expérience, est d'agrandir le trou stylo-mastoïdien, et d'arracher le nerf après l'avoir saisi dans cette ouverture même. Chez les cochons d'Inde, dans de pareilles conditions, l'expérience réussit toujours. L'expérience ne réussit pas chez les chiens; quoi qu'on fasse, le nerf se déchire toujours dans son trajet auriculaire. En général, on réussit parfaitement chez les lapins.

Quand, après avoir arraché le nerf facial d'un côté, on l'arrache de l'autre, quel que soit le temps écoulé entre les deux arrachements, une heure, un jour, et même huit mois, au lieu de voir l'animal exécuter un mouvement de manége, on lui voit faire un mouvement de rotation, de roulement, sur l'axe longitudinal de son corps. Pour faire comprendre ce que c'est que ce roulement, nous le considérerons comme composé de quatre mouvements; l'animal tombe d'abord sur le côté du dernier arrachement; puis il se met sur le dos, tenant les jambes en l'air; ensuite, il tombe sur le côté du premier arrachement, et enfin il se replace sur ses jambes.

Bell croyait que différents muscles de la face, par exemple, ceux des lèvres et museau, pouvaient être paralysés par rapport aux mouvements de la physionom tandis que leurs mouvements masticateurs persistaient, et *vice versa*, ce qu'il at buait à ce que ces muscles recevaient des branches du nerf sous-orbitaire et facial. Cependant le nerf sous-orbitaire ne possède aucune puissance motrice, après la paralysie du facial, les muscles sont privés de tout mouvement, à l'exc tion des masseters, qui ne lui sont point soumis, puisqu'ils dépendent de la pe portion motrice du trijumeau.

Jusqu'ici, je n'ai considéré le nerf facial que comme nerf moteur : Bell n connaissait qu'à ce titre, et il le croyait dépourvu de sensibilité. Mais, en mê temps que le pouvoir moteur, il possède une très grande sensibilité ; car, lorsqu le coupe, les animaux éprouvent des douleurs assez vives pour leur arracher cris (1).

Une tout autre question est celle de savoir si les fibres sensitives de ce nerf appartiennent dès son origine, ou s'il les doit à ses nombreuses anastomoses av le trijumeau, c'est-à-dire avec le temporal superficiel, le sous-cutané de la pom mette, le sous-orbitaire et le mentonnier. Eschricht (2) l'a résolue dans le sens d la seconde hypothèse (3). Il coupa le nerf trijumeau dans le crâne ; le nerf facia continua d'être sensible après cette opération. Dans une seconde expérience, la section du nerf trijumeau gauche fut suivie de l'insensibilité du nerf facial corres-

Tout aussitôt il recommence ces mouvements dans l'ordre indiqué. Ces mouvements sont très rapides, et il n'existe pas d'intervalle entre eux. Pendant que l'animal roule, il s'éloigne du lieu où il était d'abord, et dans la direction du côté du second arrachement. En général, après dix, quinze ou vingt minutes de roulement, l'animal finit par pouvoir se mettre sur ses jambes, et alors ordinairement il tourne sur lui-même, comme après le premier arrachement, mais sur le côté du second. Si on l'excite vivement, il se remet à rouler ; bientôt cependant, malgré les excitations les plus vives, il ne roule plus, et décrit, quand il veut se mouvoir, des cercles de plus en plus grands, jusqu'à ce qu'il arrive à marcher droit. Le roulement et le tournoiement qui le suit sont terminés le plus souvent en moins d'une demi-heure.

Les auteurs de cette communication ne veulent pas se prononcer encore sur la cause des singuliers phénomènes consécutifs à l'arrachement du nerf facial ; il leur suffit de faire remarquer l'analogie de ces mouvements, d'une part, avec le résultat des piqûres du pédoncule cérébelleux moyen, signalé par M. Magendie, et, d'une autre part, avec les mouvements bizarres mais réguliers dans leur désordre, qui suivent la section des canaux semi-circulaires, d'après la découverte de M. Flourens. En regard des analogies, il faut placer la différence notable que voici : le tournoiement et le roulement se montrent tout de suite et persistent dans les expériences instantanées de MM. Magendie et Flourens, tandis qu'ils n'ont lieu qu'au bout de trois, quatre ou cinq minutes, et ne durent pas une demi-heure après l'arrachement du facial. Comme objets de comparaison, M. Brown-Séquard montra à la Société de biologie trois lapins sur lesquels avait été faite une piqûre de la moelle allongée, quelques lignes en avant du bec du calamus ; ces animaux tournaient sur eux-mêmes, par un mouvement de manége, sur le côté opposé à celui de la piqûre. Ce tournoiement diffère essentiellement, par la direction, de celui qui suit l'excitation de la moelle allongée, produite par l'arrachement du nerf facial (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, p. 133). E. L.

(1) Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, t. II, p. 434) dit qu'il a constamment trouvé les diverses branches de ce nerf très sensibles au pincement et à la section chez le cheval, le bœuf, le mouton, la chèvre, etc. (*Note du trad.*)

(2) *De funct. nerv. faciei et olfactus*. Copenhague, 1825.

(3) Magendie et Longet, d'après leurs propres expériences, partagent le sentiment d'Eschricht. (*Note du trad.*)

ndis que celui du côté opposé conservait la sienne. Dans une troisième, :oupa le nerf trijumeau gauche, et reconnut que la partie antérieure du ıe était devenue insensible, mais que sa partie postérieure, au-dessous auditif externe, jouissait encore de la sensibilité. D'où il conclut que la nerf trijumeau rend le facial insensible dans sa partie antérieure, sans nsibilité dans sa partie postérieure. Une expérience fort simple, faite par ; sur le chien, prouve que l'anastomose de plusieurs branches du facial anches du sous-orbitaire ne communique pas au premier de ces nerfs la lans une direction rétrograde. En effet, ce physiologiste l'a trouvé senla section de celles d'entre ses branches qui s'anastomosent avec le sous-)e plus, il coupa, sur un chien, une branche considérable du nerf facial omosait avec le sous-orbitaire; cette branche était insensible dans la ıarée du nerf facial; elle ne tirait donc pas sa sensibilité du nerf sousıvec lequel elle conservait encore des connexions, mais bien du nerf nême, ou d'anastomoses de celui-ci avec des branches du trijumeau ucoup plus en arrière, par exemple du temporal superficiel, qui s'unit al au-devant et au-dessous de l'oreille externe (1).

essort certainement des expériences d'Eschricht, c'est que le nerf facial)as toutes ses fibres sensitives du trijumeau. Quelques anatomistes ont expliquer le fait en disant que deux ordres de fibres lui arrivent à luideux racines différentes, et qu'en conséquence il rentre dans la classe mixtes. On a considéré dans ce sens la portion intermédiaire de Wris-)u petite portion de la racine du nerf facial, et regardé le renflement que offre au niveau du hiatus de Fallope, c'est-à-dire à son genou, comme d'un nerf sensitif (3). Cependant le renflement que présente le genou :ial existe au point d'immersion de branches faisant corps avec le grand ue, de même qu'il arrive au ganglion sphéno-palatin de la seconde ı trijumeau; car au genou aboutissent le grand nerf pétreux superficiel, treux superficiel et le pétreux superficiel externe dont on doit la découıder (4). La seule existence de la portion intermédiaire de Wrisberg ne int qu'il s'agisse là d'une racine sensitive spéciale, puisque l'idée d'une sitive entraîne nécessairement celle d'un ganglion; car, si l'on voulait

ant Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 441), après avoir supprimé les diffénastomotiques du temporal superficiel, a divisé sur des chiens les trois branches du de manière à former six bouts ou extrémités, dont trois libres ou périphériques, et ıts au tronc nerveux. Ceux-ci sont restés fort sensibles au pincement; mais, chose :, *hormis le bout libre de la branche moyenne* (sur laquelle justement Gædechens agi exclusivement), ceux-là se sont aussi montrés encore sensibles au même mode Longet explique ce fait par la présence seulement dans les branches inférieure et u facial d'un certain nombre de filets du mentonnier et du sous-orbitaire, filets qui, *lant*, s'accolent, durant un certain trajet, aux branches précédentes de la septième (*Note du trad.*)

et (*loc. cit.*, t. II, p. 409 et 437) considère cette portion intermédiaire comme mopropose d'en faire, sous le nom de *nerf moteur tympanique*, un nerf particulier, mer les muscles de la caisse du tympan. (*Note du trad.*)

CHENS, *Nervi facialis physiologia et pathologia*. Heidelberg, 1832.

ılogische Beobachtungen, tab. II, p. 13.

considérer tout faisceau radiculaire d'un nerf comme une racine particulière serait obligé d'attribuer plusieurs fonctions, même beaucoup, au nerf accessoire, deux à l'hypoglosse dans un grand nombre de cas, et trois à l'olfactif.

D'après cela, nous sommes conduit à admettre, ou que le nerf facial est encore à son origine, absolument simple et exclusivement moteur, ou qu'il reçoit déjà des fibres sensitives du cerveau, sans avoir de racine sensitive spéciale. Rien ne nous oblige d'adopter la seconde hypothèse. Nous pouvons même indiquer avec précision la source d'où provient le reste de sensibilité dont le nerf facial jouit encore au-dessous du conduit auditif externe, même après la section du nerf trijumeau. C'est une anastomose qui a lieu, dans l'aqueduc de Fallope, entre une branche du nerf vague et le tronc du facial, et qui existe chez l'homme aussi bien que chez les animaux. Cette singulière composition du nerf facial, qui explique tout parfaitement, a été découverte pour la première fois chez l'homme par Comparetti (1). G. Cuvier l'a décrite aussi dans le veau (2). En effet, le nerf vague fournit, sous un angle aigu, une branche assez forte, qui traverse un canal osseux particulier, envoie un rameau au nerf facial, et se répand ensuite dans l'oreille externe. Ce nerf, que j'ai vu tant chez le veau que chez l'homme, est évidemment la principale cause de la sensibilité du facial.

On a fait aussi, dans ces derniers temps, des expériences sur la corde du tympan (3); mais elles n'ont pas acquis le degré de certitude qui serait nécessaire pour qu'on pût en tirer des conclusions relativement à la fonction de ce nerf. Nul doute que la corde du tympan ne contienne des fibres motrices, qui passent du nerf facial dans le nerf lingual; mais il n'est pas probable que, comme le pense Guarini, ces fibres soient destinées à se rendre à la langue avec le nerf lingual; elles servent plus vraisemblablement au mouvement des conduits salivaires.

CHAPITRE III.

Des propriétés sensitives et motrices du nerf ganglionnaire.

1° *Le nerf ganglionnaire possède la sensibilité.*

Quelques observateurs ont refusé à ce nerf la faculté de transmettre les impressions sensitives. Bichat a irrité mécaniquement et chimiquement le ganglion semi-lunaire du chien, sans faire naître de douleurs (4). Dupuy a extirpé le ganglion cervical inférieur, sans que les animaux témoignassent de douleur (5). Wutzer n'a pu parvenir non plus à exciter des douleurs en irritant les ganglions lombaires d'un chien (6). Les observations de Magendie et de Lobstein (7) ont eu le [illegible]

(1) *De aure interna.* Padoue, 1789, p. 109, 133.
(2) *Anat. comp.*, t. II, p. 226.
(3) Guarini, *Annali univ. di medicina*, 102, 1842. — Bernard, *Annales méd.-psychologiques*, 1843.
(4) *Anat. gén.*, t. I, p. 227.
(5) *Bull. de l'Acad. roy. de méd.* Paris, 1839, t. III, p. 822.
(6) *De gangl. fabrica.* Berlin, 1817, p. 181.
(7) *De nerv. symp. hum. fab. us. et morbis.* Paris, 1823, p. 94.

t. D'un autre côté, Flourens a toujours remarqué des signes plus ou moins .cés de douleur dans ces sortes d'expériences (1). Brachet, dans les siennes, ı vu des manifestations de douleur, et tantôt n'en a pas observé (2). Mayer até aussi que les animaux chez lesquels il incisait le ganglion cervical su- · ou irritait le plexus solaire, donnaient indubitablement à connaître qu'ils ient (3). Mes propres observations m'obligent à partager le sentiment de rniers expérimentateurs. Non seulement j'ai vu plusieurs fois l'irritation que ou chimique du ganglion semi-lunaire déterminer de la douleur chez ins, mais encore j'ai remarqué, dans les expériences auxquelles je me suis conjointement avec Peipers, sur la ligature des nerfs rénaux, que cette on était fort douloureuse (4). D'ailleurs, ce qui prouve, plus péremptoi- : encore que les expériences, la sensibilité du nerf ganglionnaire, ce sont sations douloureuses que font éprouver, dans les maladies, les viscères ıs de filets par lui. Je partage pleinement l'opinion de E.-H. Weber, quand ju'on doit attacher moins de valeur aux expériences qu'à l'observation jour- ent répétée de douleurs ressenties dans les parties qu'elles tendraient à eprésenter comme insensibles (5). Cependant, les sensations qui ont lieu :s parties auxquelles le nerf ganglionnaire se distribue sont incomparablement ıibles et plus obscures que celles qui se manifestent dans tous les autres :s ; car il est rare que nous sentions dans l'estomac les aliments, ou très ; ou très froids, que nous y introduisons ; des substances qui irritent vio- :nt la peau, comme la moutarde, le raifort, etc., ne font pas non plus naître sations dans ce viscère, et il n'y a que des impressions très vives qui puis- mener sa faculté sensitive au degré où nous la voyons ailleurs, ce qu'on a pliquer en adoptant l'hypothèse de Reil, que les ganglions sont de la nature mi-conducteurs, qu'ils arrêtent ordinairement la propagation des impres- 'aibles, et qu'ils ne laissent passer que celles qui ont beaucoup d'intensité. ue cette hypothèse ne puisse être appuyée d'une démonstration rigoureuse, :ependant une observation de Brachet (6) qui semble parler en sa faveur. :t dit avoir irrité les ganglions thoraciques du nerf ganglionnaire ; il coupa tilages costaux du côté droit, assez près du sternum, ramena le poumon : dernier os, et aperçut alors les ganglions thoraciques sur les côtés de la e vertébrale; nul signe de douleur ne fut donné par l'animal lorsqu'il se piquer ces ganglions ou le cordon étendu entre eux ; mais l'irritation d'un ı de communication du grand sympathique avec un nerf rachidien déter- des manifestations bien évidentes de douleurs, qui se reproduisirent dans :s expériences en tout semblables à celle-là. Brachet a reconnu aussi que

ech. exp. sur le syst. nerveux, 2e édition augmentée. Paris, 1842, p. 230.

lech. sur les fonct, du syst. nerv. ganglionn., p. 307.

.ct. nat. cur., t. XVI, p. II.

près une excitation suffisamment prolongée des ganglions sympathiques (surtout des naires et des grands nerfs splanchniques) chez des chiens, Longet (*Anat. du syst. nerv.*, 560) a vu survenir des indices certains de douleur. (*Note du trad.*)

)ans son édition de l'*Anatomie de Hildebrand*, t. III, p. 355.

.oc. cit., p. 307.

des ganglions qui paraissaient d'abord insensibles, devenaient sensibles lorsq les irritait à plusieurs reprises.

2° *Le nerf ganglionnaire exerce une influence motrice, mais involontaire, les parties auxquelles il se distribue.*

Humboldt a déterminé des mouvements du cœur, chez des mammifères galvanisant les nerfs cardiaques. Comme ces expériences avaient été faites ave simple stimulant galvanique, elles ont une grande valeur. Burdach a vu aussi battements du cœur devenir plus énergiques, chez un lapin qui venait d'être à mort, lorsqu'il armait la portion cervicale du grand sympathique, ou le gang cervical inférieur. Il a également rendu plus de vitesse aux contractions de organe en arrosant le nerf avec de la potasse ou de l'ammoniaque caustique (ce qui toutefois ne m'a pas réussi.

Une preuve plus certaine de l'influence motrice du nerf ganglionnaire e fournie par une expérience que j'ai souvent faite avec succès sur le ganglion semi lunaire des lapins. Lorsque j'avais ouvert l'abdomen d'un de ces animaux, dan lequel l'action de l'air rendait les mouvements de l'intestin très vifs, il ne s'écoulait pas un laps de temps bien long avant que ces mouvements diminuassent, ou même cessassent entièrement ; mais ils recommençaient avec une vivacité extraordinaire dès que je touchais le ganglion semi-lunaire avec de la potasse caustique (2).

Ici se présente la question de savoir si le nerf ganglionnaire ne renferme que des fibres d'une seule et même espèce, et si ces fibres sont également propres à la nutrition, au sentiment et au mouvement, c'est-à-dire si elles provoquent des actes de sensation en agissant sur le cerveau, et des actes tant de nutrition que de mouvement, en exerçant leur activité dans la direction de la périphérie.

Le nerf ganglionnaire reçoit d'une partie des nerfs cérébraux, notamment de ceux qui sont mixtes, et de tous les nerfs rachidiens, de vraies racines, qui partent des filets radiculaires de ces nerfs, et passent dans le nerf ganglionnaire pour aller se répandre avec lui à la périphérie. Les rapports entre ce dernier nerf et les nerfs cérébraux sont fort compliqués, mais ceux avec les nerfs rachidiens sont simples et faciles à établir. En étudiant ces derniers, on arrive aux principes qui doivent guider dans l'étude des autres. Ainsi on voit sans peine, sur un animal quelconque, qu'une partie des racines de chaque nerf rachidien se détache pour entrer dans le nerf ganglionnaire. C'est ce qu'on nomme le rameau communicant ; les fibres de ce rameau, pour la plupart, *partent* du nerf rachidien et vont au nerf ganglionnaire.

Maintenant le nerf ganglionnaire, par ses racines, reçoit-il à la fois des fibres motrices et des fibres sensitives de la moelle épinière et du cerveau ? D'après les

(1) *Traité de Physiologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1837, t. IV, p. 74.

(2) En faisant usage d'une pile modérément forte, Longet (*loc. cit.*, t. II, p. 568) a stimulé plusieurs fois, sans succès, les grands nerfs splanchniques chez des chiens. Dans d'autres cas, au contraire, il a vu se réveiller avec beaucoup de force les mouvements du canal intestinal. Chose digne de remarque, ce dernier résultat a été obtenu, dit-il, quand l'intestin renfermait des matières alimentaires. L'organe était-il vide, la stimulation électrique demeurait sans effet. On sait que Longet a signalé de pareilles différences à propos de l'influence du nerf vague sur les mouvements de l'estomac. Du reste, il a répété avec succès (*loc. cit.*, t. II, p. 568) l'expérience de Mueller sur des chiens. (Note du trad.)

ıerches faites autrefois par Scarpa et Wutzer, il tient à chacune des deux nes des nerfs rachidiens, de sorte qu'il recevrait et des fibres motrices et des ɜs sensitives, ce qui doit être, en effet, d'après les fonctions des viscères sur uels sa domination s'exerce. Comme les mouvements de ces viscères n'obéis- point aux ordres de la volonté, Scarpa (1) avait fini par refuser toute influence rice au nerf, et ne chercher que dans les parties elles-mêmes qui se meuvent lontairement la cause de leurs mouvements. Il se fondait principalement sur ıouvelles observations qu'il avait faites à l'égard de l'origine du nerf ganglion- e, qui, suivant lui, provenait uniquement des racines postérieures des nerfs ıidiens. Mais mes recherches (2), et celles de Retzius (3), de Mayer (4), de tzer (5), ont établi que l'opinion autrefois émise par ce dernier est la seule cte, et que le nerf ganglionnaire naît en réalité des deux racines des nerfs hidiens, à travers lesquelles Mayer a même suivi jusqu'à la moelle épinière les res qui lui appartiennent. Il contient donc des fibres motrices et des fibres ısitives.

L'examen microscopique des filets radiculaires du nerf ganglionnaire provenant ɪ nerfs rachidiens, fait voir qu'ils contiennent des fibres tubuleuses semblables elles qu'on aperçoit dans ceux-ci mêmes. A la vérité, ces fibres sont plus iées dans le nerf ganglionnaire, et elles restent telles pendant tout leur trajet ; s il n'y a manifestement pas la moindre différence ni quant au tube, ni quant contenu. Par la raison que ces fibres sont plus grêles, la pression et l'extension nt naître des varicosités plus facilement que sur celles des nerfs rachidiens ; s, à l'état d'intégrité, elles ne sont jamais variqueuses. Le nerf ganglionnaire liffère donc pas essentiellement des autres en cela. Comme dans les autres s aussi, les fibres tubuleuses demeurent séparées et distinctes dans toute leur due : elles ne s'anastomosent jamais ensemble.

a seule particularité que présente le nerf ganglionnaire tient à la manière dont ɛunit ses filets radiculaires, et les étale ensuite pour la distribution périphé- e. Les filets venant des racines parcourent un certain espace dans le cordon rophe du nerf, et alors seulement se séparent de lui. De là résulte l'apparence cordon non interrompu depuis le ganglion cervical supérieur jusqu'au gan- coccygien. Je dis l'apparence d'un cordon continu ; car aucun fait ne nous rise à penser que les fibres qui viennent du ganglion cervical supérieur se inuent jusqu'à l'extrémité du cordon limitrophe. Les fibres qui sont entrées remières dans ce cordon sont aussi les premières à en sortir, puis les sui- es, et ainsi de suite ; d'abord les nerfs cardiaques, puis les splanchniques, les ux, les aortiques, etc. On peut comparer cet état de choses à la manière dont nporte aux côtes le muscle sacro-lombaire, qui reçoit des faisceaux à son côté ne et en fournit de l'autre côté. Mais cette particularité du nerf ganglionnaire on plus que l'apparence de lui être propre, car beaucoup d'autres nerfs sont

De gangliis nervorum, deque origine et essentia nervi intercostalis, dans les *Opuscoli di rgia*. Pavia, 1832, t. III, p. 47.

MECKEL's *Archiv*, 1832, p. 85.

Ibid., p. 260.

) *Nova act.*, t. XVI, p. II.

) MUELLER, *Archiv*, 1834, p. 305.

exactement dans le même cas; les rachidiens forment d'apparentes anses d'anastomose, qui ne tardent pas à rendre ce qu'elles ont reçu. Il en est de même du rameau descendant de l'hypoglosse, auquel contribuent les nerfs rachidiens supérieurs. Si les nerfs rachidiens se rapprochent en cela du nerf ganglionnaire, il arrive aussi quelquefois que celui-ci ne forme pas de cordon limitrophe continu, c'est-à-dire que les unions entre les cordons radiculaires manquent sur quelques points, ou sont extrêmement grêles, comme chez les ophidiens: dans ces animaux, chaque nerf rachidien, depuis le cœur jusqu'à l'anus, fournit un rameau intestinal, et ces divers rameaux ne tiennent ensemble que par des anses, comme il arrive à ceux d'autres nerfs.

Le nerf ganglionnaire recevant régulièrement des nerfs rachidiens des faisceaux de fibres motrices et de fibres sensitives, il est probable que la même chose a lieu pour ceux des nerfs cérébraux qui ont de l'analogie avec les rachidiens, c'est-à-dire qui naissent par deux racines. En effet, l'hypoglosse, le vague et le glosso-pharyngien donnent des racines au ganglion cervical supérieur. Le nerf ganglionnaire reçoit donc aussi de tous les nerfs cérébraux des racines sensitives et des racines motrices.

CHAPITRE IV.

Du système des fibres grises ou organiques, et des propriétés de ces fibres.

Quelle est la signification des faisceaux gris qui passent du nerf ganglionnaire dans d'autres nerfs?

Retzius (1) a décrit celles qu'on trouve dans le nerf trijumeau du cheval; il a fait voir qu'elles sont en relation avec de petits ganglions qui existent dans l'intérieur du tronc nerveux, et qu'on peut les suivre jusque dans les nerfs nasaux et la membrane pituitaire.

Les observations microscopiques de Remak nous ont appris à connaître la manière particulière dont se comportent les fibres nerveuses grises. Elles sont tout à fait différentes des fibres tubuleuses, c'est-à-dire des fibres sensitives et motrices. D'abord, elles sont beaucoup plus déliées; puis on n'y peut établir de différence entre tube et contenu; ensuite, elles sont si pâles et transparentes, qu'on n'en aperçoit les limites qu'à l'aide d'une forte ombre; enfin elles sont latéralement parsemées de petits corpuscules arrondis ou ovales, ce qui constitue leur caractère spécial. Remak a trouvé ces fibres en beaucoup d'endroits dans les faisceaux gris du grand sympathique. Il en a remarqué, mais plus rarement, dans un grand nombre de nerfs cérébro-rachidiens. Pour réussir dans ces sortes d'observations, il faut recourir à de forts grossissements et à une forte ombre. En outre, pour constater l'existence de ce système fibreux particulier, il est nécessaire de l'étudier d'abord dans un nerf entièrement gris. Là elles sont seules, ou du moins ne sont

(1) *Isis*, 1827, p. 997.

s que d'un très petit nombre de fibres tubuleuses. Je me suis convaincu de titude de l'observation sur la portion carotique du nerf ganglionnaire, qui otalement grise. On cherche, dans le veau, le gros nerf gris qui se rend au bducteur et à la première branche du trijumeau. Il est situé immédiatement ssous du nerf abducteur, dans le réseau admirable, près du côté interne du on de Gasser. Là il se porte de bas en haut, et s'accole, par un fort faisceau, remière branche du trijumeau, au moment où celle-ci sort du ganglion de r; il envoie un petit faisceau, qui suit le nerf abducteur ; un autre, plus gros, e dans la seconde branche du trijumeau. Le tronc gris d'où proviennent ces isceaux a près d'une ligne de diamètre. Comme il est entièrement formé de nerveuse grise, nul autre ne convient mieux que lui pour présenter au scope le type des fibres organiques grises. On y aperçoit aussi quelques tubuleuses, mais extrêmement rares. Parfois il arrive qu'une de ces fibres e à la surface d'un faisceau de fibres organiques, et alors il devient bien plus d'apprécier la différence.

fibres organiques sont celles dont se composent tous les faisceaux gris qui andent vers la périphérie, en suivant la première branche du nerf trijumeau, onde, et le nerf abducteur. On les trouve également dans les faisceaux gris ssent du ganglion otique ou plexus gangliforme de Santorini à la troisième he, en particulier au nerf buccinateur. Remak en a découvert de petits fais épars dans la plupart des nerfs cérébro-rachidiens qu'il a examinés. Il les a vées à l'union du cordon limitrophe du nerf ganglionnaire avec les nerfs iens, par le moyen du rameau communicant. Elles partent du ganglion, et tent au nerf intercostal, tandis que la plus grande partie du rameau commu- est composée de fibres tubuleuses allant des racines du nerf rachidien au anglionnaire : il y a par conséquent échange mutuel.

erses hypothèses ont été imaginées pour expliquer les effets des fibres grises. r prédominance dans le nerf ganglionnaire avait fait présumer qu'elles t à la nutrition et qu'elles président aux mouvements involontaires. Plusieurs logistes considèrent celles qu'on trouve dans les nerfs du cœur et des glandes e la source proprement dite des phénomènes de nutrition et de mouvement. hypothèse explique sans doute les effets physiologiques ; mais elle laisse la question de savoir quelles sont la nature et la signification des faisceaux t je ne partage pas l'opinion que ceux-ci soient seulement une espèce parti- de tissu cellulaire ou de névrilème, provenant de l'allongement des gaînes obules ganglionnaires, comme le pense Valentin. Que les fibres grises soient rolongements des globules ganglionnaires eux-mêmes ou seulement de leurs , on les rencontre dans tous les nerfs munis de ganglions, elles se répandent nglions sur les nerfs et d'un ganglion à un autre, et forment par conséquent rte de système commissural des ganglions, système indépendant des fibres uses, et qui probablement joue un rôle déterminé dans le conflit des gan- les uns avec les autres. Les recherches de Will sur les ganglions et leurs gements fibreux mènent aussi à cette manière de voir, et l'auteur lui-même ré des conséquences analogues.

reste, tous les éléments du système nerveux ganglionnaire sont remplacés, ertains animaux ou dans certains points, par des nerfs cérébro-rachidiens

et leurs éléments. Les cyclostomes, lamproie et myxinoïdes, n'ont pas de nerf ganglionnaire proprement dit. En revanche, le nerf intestinal des myxinoïdes, formé par les deux vagues, s'étend depuis l'insertion du mésentère jusqu'à l'anus. Ici se range encore l'absence des nerfs provenant du sympathique dans la glande mammaire humaine, où j'en ai cherché vainement; les nerfs de la substance de cette glande ne viennent effectivement que du troisième intercostal et du quatrième (1).

CHAPITRE V.

Du système nerveux des animaux sans vertèbres.

La découverte des différences qui existent entre les racines motrices et les racines sensitives des nerfs rachidiens et des nerfs cérébraux a fait jaillir aussi des idées lumineuses sur la composition du système nerveux chez les animaux sans vertèbres.

Le cordon ventral des insectes et des crustacés se compose d'une paire antérieure et d'une paire postérieure de cordons. La paire supérieure ne prend aucune part aux ganglions du cordon ventral, qui appartiennent à la paire inférieure seule. D'après l'analogie, les cordons dénués de ganglions sont moteurs, et les autres sensitifs; mais leur situation respective est inverse de ce qui a lieu chez les animaux vertébrés, où les racines ganglionnaires, c'est-à-dire sensitives, occupent la région postérieure. Treviranus et E.-H. Weber avaient émis la conjecture que les ganglions du cordon ventral des animaux articulés correspondent à ceux des nerfs rachidiens, à ceux des racines sensitives. Les nerfs mixtes de ce cordon naissent, d'après les recherches de Newport sur l'*Astacus marinus*, par des racines qui appartiennent en partie aux ganglions et en partie aux cordons supérieurs dépourvus de ganglions. Newport a vu aussi, chez ces animaux, des nerfs qui naissent uniquement des cordons supérieurs, et non des ganglions, et qui, ne se rendant qu'à des muscles, sont par conséquent moteurs (2).

D'après une communication que je dois à la bienveillance de Sharpey, les nerfs des bras des céphalopodes (*Octopus*) ont une structure tout à fait semblable à celle du cordon ventral des animaux articulés. Ils consistent en deux paires de cordons, dont l'une forme des renflements ganglionnaires de distance en distance, tandis que l'autre ne prend aucune part à la formation des ganglions. La situation des renflements correspond aux ventouses des bras.

(1) MUELLER's *Archiv*, 1837, p. XXVII.

(2) GRANT, *The Lancet*, 1834, juillet. — NEWPORT, *Philos. Trans.*, 1834, p. 2. — Valentin, par ses expériences sur l'*Astacus fluviatilis* (*De funct. nerv.* Berne, 1839, p. 7, 8, 9, 10), et Longet, par les siennes sur la langouste (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 601), ont démontré l'exactitude de la prévision physiologique de Newport et de Grant sur la chaîne ganglionnaire des animaux articulés. (*Note du trad.*)

SECTION III.

DE LA MÉCANIQUE DU PRINCIPE NERVEUX.

ɛs mots de mécanique du principe nerveux ont ici le même sens que ceux de ınique de la lumière en physique, c'est-à-dire que j'entends par là l'ensemble .ois suivant lesquelles la propagation de l'effet a lieu dans les nerfs, ou, en tres termes, la théorie des mouvements du principe nerveux. On ignore en- si, quand les nerfs agissent, une matière impondérable les parcourt avec une culable vitesse, alors même qu'après leur section elle vient à y être dégagée une irritation quelconque, ou si l'action du principe nerveux ne consiste qu'en oscillation d'un principe impondérable déjà existant dans les nerfs, et que le eau ou une irritation quelconque fait vibrer. Ce problème n'est pas plus sus- ible d'une solution définitive ici qu'à l'égard de la lumière, par rapport à elle les physiciens ne savent point non plus laquelle des deux théories, celle 'émanation ou celle de l'émission, est exacte. Mais la solution est aussi peu ɛssaire pour l'étude des phénomènes du principe nerveux que pour celle de la action, de la réflexion, etc., de la lumière. Nous aurons d'ailleurs occasion de nir plus loin sur le problème lui-même.

orsque l'on compare entre elles les diverses parties du système nerveux, on que les unes jouent le rôle de conducteurs et les autres celui de moteurs du :ipe nerveux. Les conducteurs sont les nerfs; les moteurs sont les organes aux. Cependant les nerfs ne se montrent pas simples conducteurs. Quand on séparés du cerveau, ils sont pendant quelque temps moteurs et conducteurs ›is, puisque les irritations qu'on y applique les excitent à faire mouvoir les 's. Mais, peu à peu, ils perdent cette double faculté d'être moteurs aussi ıe conducteurs du principe nerveux. Si on se les représente comme conduc- a propagation de l'action du principe nerveux peut, comme cette action ne, être conçue de deux manières : ou le fluide nerveux impondérable est à travers le conducteur suivant une certaine direction, et sous la forme nt, ou l'oscillation de ce fluide n'est excitée que dans les fibres nerveuses. ıé de l'action nerveuse est la vitesse avec laquelle le fluide impondérable conduit soit du cerveau à la périphérie, soit des parties périphériques ı, ou celle avec laquelle une oscillation partie soit du cerveau, soit d'un 'onque du nerf, se propage jusqu'à l'extrémité périphérique de celui-ci, sa. Peu importe également, pour l'étude de la rapidité de l'action ner- elle de ces deux hypothèses se rapproche le plus de la vérité.

:les expériences qui ont été faites pour mesurer la rapidité de cette ɒose sur une base expérimentale solide. Haller attribuait au fluide ner- esse de neuf mille pieds par minute; Sauvages la portait à trente-deux cents pieds par seconde, et un autre à cinquante-sept mille six cents

millions de pieds (1). A l'époque où l'on croyait encore à l'identité de l'agent électrique et de l'agent nerveux, on calculait la vitesse du second d'après celle du premier. Nous n'aurons probablement jamais les moyens d'évaluer la rapidité de l'action nerveuse, parce qu'il nous manque, pour établir des comparaisons, ces distances immenses à l'aide desquelles nous pouvons calculer la vitesse de la lumière, qui, en ceci, a de l'analogie avec elle (2). Tout récemment l'attention s'est fixée sur la différence qui existe entre les observations de très petites fractions du temps ou de l'espace faites simultanément par plusieurs astronomes, à l'aide des sens de l'ouïe et de la vue, et d'après laquelle quelques personnes ont regardé comme une chose probable que la rapidité de l'action nerveuse varie suivant les régions du système nerveux, ou même selon les individus. Les détails de ces remarques ont été communiqués à l'assemblée générale des naturalistes, à Heidelberg, par Treviranus et par Nicolaï, directeur de l'Observatoire de Mannheim. Ils sont trop importants pour que je ne les consigne pas ici en entier.

« Une très grande partie des observations astronomiques consiste à observer » sur une pendule à secondes le moment auquel un astre, en vertu de l'apparente » rotation journalière de la sphère céleste autour de son axe, passe devant les fils » du micromètre d'un télescope fixé en place. Le chemin que l'astre parcourt, en » une seconde entière, dans le télescope, est tellement considérable, surtout » lorsque ce dernier grossit beaucoup, que le moment de son passage au-devant » des fils du micromètre peut être indiqué, non pas seulement par demi-seconde, » ou par tiers de seconde, mais même par dixième de seconde, pour peu qu'on » ait l'habitude et que l'état de l'atmosphère soit favorable. Deux sens, la vue et » l'ouïe, agissent simultanément dans ces sortes d'observations. Pendant qu'on » suit de l'œil la marche de l'astre dans le télescope, l'oreille remarque les chocs » indiquant chaque seconde à la pendule voisine. Pour arriver à une appréciation » aussi exacte que celle qui vient d'être indiquée du passage réel de l'astre devant » les fils du micromètre, on remarque, et la distance qui, à un certain choc de » seconde, le sépare encore des fils lorsqu'il est au moment de les traverser, et » celle qu'au choc suivant il laisse entre eux et lui après les avoir franchis. En » comparant l'étendue de ces deux distances de chaque côté, on peut indiquer

(1) Haller, t. IV, p. 372.

(2) On n'a pas jusqu'ici démontré d'analogie entre la vitesse du fluide nerveux et celle de la lumière ou de l'électricité. Qu'on expose son doigt à l'action d'une roue dentée qui fait 100 révolutions par seconde, on ressent encore une impression isolée du choc de chaque dent, de sorte qu'en évaluant à deux pieds et demi la distance entre le cerveau et le bout du doigt, on aurait une vitesse de propagation de 250 pieds par seconde. D'après l'acuité du son produit par le vol de certains diptères, on calcule que ces insectes peuvent étendre et fléchir leurs ailes 8,000 fois par seconde, ce qui, en admettant deux lignes de distance entre les muscles et le centre nerveux, d'où part la volition, donne une vitesse d'environ 111 pieds par seconde. Aucun fait, jusqu'ici, n'autoriserait à en admettre chez l'homme une semblable, qui, cependant, est inférieure à celle que supposait Haller (150 pieds par seconde); car, par exemple, Valentin cite un habile pianiste qui pouvait étendre et fléchir le doigt indicateur 320 fois par minute, d'où, en prenant la même distance que précédemment, il ne ressortirait qu'une vitesse de transmission de 10 pieds par seconde. Or, d'après les tables de Scholz, le son parcourt dans l'air, à 0° C, 1022 pieds par seconde, et le centre de la terre, dans sa révolution autour du soleil, [illegible]. Dans le même espace de temps, la lumière parcourt 70000 lieues, et la vitesse de l'électricité le long d'un fil de cuivre est plus grande encore. (*Note du trad.*)

» avec une grande précision le vrai moment du passage de l'astre au-devant du » fil, ou la fraction de seconde durant laquelle ce passage s'est opéré. Déjà depuis » quelques années, le célèbre directeur de l'observatoire de Copenhague, Bessel, » remarquait qu'il indiquait le moment de l'appulsion d'une étoile aux fils du » télescope d'une manière sensiblement différente de celle de son co-observateur. Il » redoubla donc d'attention à cet égard, et une série d'observations fut entreprise » pour approfondir la chose. Le résultat fut que Bessel indiquait toujours d'autres » moments que celui qui observait en même temps que lui, et que la différence » était tantôt plus, tantôt moins considérable, tandis que les résultats de chaque » observateur se trouvaient en harmonie parfaite. Moi aussi, dit Nicolaï, j'ai eu » deux fois l'occasion de faire des recherches à ce sujet. Au printemps de 1827, » j'eus le plaisir de recevoir la visite du directeur de l'Observatoire de Nicolajef, » Knorre. Nous profitâmes de son séjour à Mannheim pour faire ensemble des » observations. En comparant minutieusement nos résultats, il se trouva que » Knorre indiquait les vrais moments de toute une demi-seconde plus tard que » moi. J'ai répété naguère cette intéressante expérience avec Clausen, habile » astronome et mathématicien du Danemarck; il indiquait les moments plus tard » que moi d'un tiers de seconde. La différence est plus grande encore avec d'au- » tres observateurs. D'ailleurs, elle a été tant de fois constatée, qu'on ne saurait » douter du fait (1). »

Nicolaï prétend que ce phénomène singulier ne peut être expliqué que par une différence dans la rapidité avec laquelle l'action arrive de l'œil et de l'oreille à la conscience. Si l'on admet, en effet, qu'une personne qui dirige à la fois l'activité de ces deux sens vers un même objet voit plus vite qu'elle n'entend, tandis que, chez une autre personne, la différence est moins grande, ou nulle, ou même prononcée en sens inverse, c'est-à-dire si cette dernière entend plus vite qu'elle ne voit, le phénomène se conçoit d'une manière aussi simple que naturelle. Mais il s'ensuivrait l'importante conclusion que le conflit entre les organes des sens et la conscience n'est point absolument instantané. Ce phénomène permet donc d'espérer qu'un jour nous approcherons davantage de la solution du problème qui concerne la vitesse de l'action nerveuse, à moins toutefois qu'il ne soit possible d'en donner une autre explication, même plus vraisemblable. On sait qu'il est difficile à la conscience de consacrer une égale attention à deux sensations différentes, et que, quand plusieurs sensations ont lieu à la fois, l'attention se porte, ou sur elles alternativement, ou sur une seule. Ainsi, quand on doit écouter et regarder en même temps, il est inévitable qu'on entende d'abord et qu'on ne voie qu'ensuite. Mais l'intervalle entre deux sensations arrivées à la conscience varie suivant les individus; car il y a des personnes qui peuvent sentir et remarquer beaucoup de choses à la fois, tandis que d'autres ont besoin pour cela d'un laps de temps notable.

Le temps qu'une sensation met pour parvenir des parties extérieures au cerveau et à la moelle épinière, et la réaction pour se manifester dans les parties extérieures sous forme de convulsions, sont également infiniment petits et inappréciables. Lorsqu'on empoisonne des grenouilles avec de l'opium ou avec de la noix vomique, elles deviennent d'abord sensibles à tel point qu'il suffit de leur toucher la peau

(1) *Isis*, 1830, p. 678.

aussi légèrement que possible pour donner lieu à une convulsion générale. Ici l'action passe de la peau à la moelle épinière, et revient de celle-ci à tous les muscles; cependant il m'a été impossible de remarquer le moindre intervalle entre l'attouchement et les convulsions.

CHAPITRE PREMIER.

De la mécanique des nerfs moteurs.

Lois de la propagation du principe nerveux dans les nerfs moteurs.

I. *La force motrice n'agit dans les nerfs que suivant la direction des fibres primitives qui se rendent aux muscles, ou suivant celle dans laquelle les nerfs se ramifient, et jamais en sens inverse.*

C'est un fait généralement connu, que, quand on irrite un nerf musculaire, les convulsions ne surviennent dans aucun autre muscle que celui auquel ce nerf se distribue. Lorsqu'on irrite un tronc nerveux, soit par un agent mécanique, chimique ou électrique, soit par l'application immédiate des deux pôles d'une pile galvanique, tous les muscles qui reçoivent de lui des filets, mais ceux-là seulement, éprouvent des convulsions : aussi ne parvient-on jamais, par un quelconque de ces moyens, à déterminer des mouvements convulsifs dans les muscles dépendant de branches nerveuses qui se détachent du tronc au-dessus du point sur lequel s'exerce l'irritation. Jamais les muscles de la cuisse ne se contractent quand on irrite la partie inférieure du nerf sciatique, après qu'il a fourni les branches destinées au premier segment du membre pelvien. C'est donc un fait bien avéré que *la force motrice des nerfs s'exerce uniquement dans la direction des branches que ceux-ci fournissent, et jamais en sens inverse ou rétrograde.* On peut bien faire naître des convulsions dans tous les muscles qui sont placés sur le trajet du courant galvanique, ou dont les nerfs s'y trouvent compris, lorsqu'on met l'un des pôles en communication avec les nerfs des parties inférieures du corps, et l'autre avec les muscles des parties supérieures, qui alors entrent en action; mais, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, ce mode d'application du galvanisme diffère totalement de l'irritation immédiate des nerfs par les deux pôles. Dans le dernier cas, il n'y a que le nerf et sa force motrice qui soient irrités par un courant galvanique traversant l'épaisseur du cordon nerveux, et le résultat est absolument le même que quand on irrite celui-ci d'une manière mécanique; dans le premier, au contraire, où le courant galvanique établi entre les deux pôles traverse beaucoup d'autres parties, tant nerveuses que musculeuses, chaque muscle et chaque nerf subit une irritation de la part de ce courant à l'endroit même où il se trouve situé, de sorte qu'on doit voir entrer en convulsions non seulement tous les muscles que le courant traverse, mais encore tous ceux qui, bien que n'étant point atteints par ce dernier, reçoivent des branches nerveuses exposées à son influence. Il n'y a donc ici que répétition du fait expérimental constant qu'un nerf musculaire, imme-

diatement irrité d'une manière quelconque, n'exerce sa force motrice que sur les muscles soumis à ses branches, et ne réagit jamais sur celles de ses branches qui se détachent de son tronc au-dessus du point sur lequel porte l'irritation.

II. *L'irritation mécanique ou galvanique d'une partie d'un tronc nerveux ne met point en jeu la force motrice du tronc entier, mais seulement celle de la partie qui reçoit l'irritation.*

De ce second fait important il découle que les convulsions n'ont pas lieu dans tous les muscles auxquels le tronc nerveux envoie des branches, mais seulement dans ceux dont les nerfs se détachent de la portion de ce tronc qui reçoit l'irritation. Afin d'opérer sur de gros troncs nerveux, on exécute ces expériences sur des lapins. On découvre le nerf sciatique immédiatement à sa sortie du bassin, ce qui procure la facilité d'irriter isolément, avec une aiguille, diverses portions du tronc qui ne se détachent que plus bas sous la forme de branches. On acquiert ainsi la certitude que les seuls muscles qui entrent en convulsions sont ceux auxquels se distribue la portion irritée du tronc nerveux, et qu'il n'en survient pas dans d'autres muscles de la cuisse ou de la jambe. Si l'on veut apercevoir jusqu'aux plus petits mouvements musculaires, il faut avoir soin d'enlever la peau du membre jusqu'à son extrémité. Lorsque je séparais le nerf sciatique en plusieurs faisceaux avant sa scission en nerf péronier et nerf tibial, et que j'irritais chacun de ces faisceaux isolément, je voyais varier les muscles qui entraient en convulsions, et tantôt les muscles du mollet se contractaient, tantôt les orteils s'étendaient ou se fléchissaient. Je pouvais même distinguer des convulsions dans les portions diverses des muscles du mollet, quand je partageais le nerf péronier en plusieurs faisceaux, et que j'irritais chacun de ceux-ci avec l'aiguille. Le même phénomène a lieu, chez la grenouille, lorsqu'on fait agir immédiatement l'irritation galvanique sur des faisceaux du nerf sciatique qu'on a eu la précaution d'isoler.

Qu'on dissèque avec soin, sans exercer de tiraillements, un petit faisceau de fibres du nerf crural entier d'une grenouille, et qu'on le galvanise par l'emploi des deux pôles et de la chaîne; quoique, du côté de la cuisse, il ne soit pas séparé des autres fibres nerveuses du tronc, cependant tous les muscles du membre ne se contractent pas, et l'on n'observe qu'une faible convulsion dans un point isolé des muscles du mollet, des tenseurs ou fléchisseurs des orteils, des muscles du pied, qui probablement reçoivent leurs filets nerveux de la prolongation des fibres de ce faisceau dans le tronc.

Si, au contraire, au lieu de se borner à appliquer l'armature au petit faisceau nerveux lui-même, on met l'une des plaques en rapport avec lui et l'autre avec la partie plus épaisse du nerf, le membre entier est pris de convulsions (1). Mais, comme ici le fluide galvanique ne demeure pas isolé sur le petit faisceau, et qu'il agit aussi sur le tronc du nerf, le cas devient absolument le même que si l'on armait immédiatement des deux plaques le tronc nerveux tout entier.

III. *Un nerf rachidien qui entre dans un plexus et qui contribue, avec d'autres nerfs rachidiens, à la formation d'un gros tronc nerveux, communique sa force motrice, non pas au tronc entier, mais seulement aux fibres par lesquelles il se continue depuis le tronc jusque dans les branches.*

(1) Humboldt, *loc. cit.*, t. I, p. 212.

Ce théorème est démontré par les expériences de Van Deen, par les miennes et par celles de Kronenberg.

Les nerfs rachidiens qui, chez les grenouilles, concourent à la formation du nerf sciatique, peuvent être irrités chacun à part avant qu'ils se soient réunis. Le nerf inguinal communique avec le second par un court filet anastomotique, qui, la plupart du temps, vient du second nerf et va gagner l'inguinal, mais qui parfois aussi provient de l'inguinal, et se rend au second nerf. En outre, le second nerf tout entier du membre s'unit avec le troisième tout entier : de cette union résulte le nerf sciatique, qui se distribue tant à la peau de la cuisse, de la jambe et de la patte, qu'aux muscles de ces parties. On irrite les nerfs isolément, soit avec une aiguille, soit par le moyen du galvanisme, en faisant agir sur eux les deux pôles, et donnant lieu ainsi à un courant galvanique qui les traverse dans le sens de leur épaisseur, avec le soin, pour isoler des autres celui sur lequel on veut agir, de le placer sur une lame de verre. On reconnaît alors que l'irritation des divers nerfs qui se réunissent pour produire le nerf sciatique ne donne pas lieu aux mêmes convulsions dans les membres pelviens, et que, suivant qu'on agit sur tel ou tel nerf, celles-ci se manifestent à la cuisse, à la jambe, à la patte. Des trois nerfs dont la réunion donne naissance au plexus des extrémités postérieures, le premier, quand on l'irrite, fait contracter les muscles du côté interne de la cuisse ; le second, qui, avec le troisième, forme le nerf sciatique, ceux de la cuisse et de la jambe, mais non ceux de la patte (où Kronenberg a cependant observé de légères contractions) ; et le troisième, ceux de la cuisse, de la jambe et de la patte.

Les expériences de Van Deen ont été faites d'une autre manière. Il coupa, chacun isolément, les nerfs qui entrent dans le plexus, et reconnut que, malgré leur annexion, cette opération paralysait des muscles différents. Après la section du nerf inguinal, la grenouille exécutait encore tous les mouvements du membre, si ce n'est qu'elle ne pouvait plus ramener la cuisse vers l'abdomen. Après la section du second nerf, en avant du plexus, tout mouvement cessait dans les muscles de la cuisse et de la jambe ; mais les mouvements de la patte conservaient leur intégrité. Si l'on venait à couper l'anastomose du nerf inguinal avec le second nerf, l'animal ne pouvait plus ramener son membre vers l'abdomen. Le même phénomène fut observé après la section du nerf inguinal au-dessous de cette anastomose. Lorsqu'on fendait le nerf sciatique en long, c'est-à-dire dans le sens de ses deux racines, l'effet était le même que quand on avait coupé tout son tronc en travers. Van Deen conclut de là qu'il y a entrecroisement des fibres nerveuses des deux nerfs dans le plexus, car la paralysie survenait tant dans la cuisse que dans la jambe et la patte. Après la section du troisième nerf, qui forme la seconde racine du nerf sciatique, la patte était paralysée (et la jambe aussi, en grande partie). La section du second nerf, ou de la première racine du nerf sciatique, faisait cesser les mouvements de flexion et d'extension de la cuisse, tandis que le mouvement persistait à la patte et à la partie inférieure de la jambe.

Les expériences de Kronenberg diffèrent un peu dans les détails, mais conduisent au même résultat. Il en est de même de celles que cet anatomiste a faites sur les nerfs qui constituent le plexus brachial (1). Il a prouvé par une très bonne

(1) *Plexuum nervorum structura et virtutes*. Berlin, 1836.

expérience qu'aucune communication des fibres entre elles n'a lieu dans le trajet d'un nerf, et que la formation constante d'un plexus sur un point quelconque de l'étendue d'un nerf ne devient jamais cause d'une semblable communication. Il prit une grenouille, et coupa le nerf d'un côté presque jusqu'au bord; à une certaine distance, il pratiqua une seconde section, mais en sens inverse, et allant également presque jusqu'au bord. L'irritation de l'espace compris au-dessus de la première section ne put plus faire entrer en action la portion des muscles et des nerfs située au-dessous de la seconde incision. Le but des plexus nerveux semble être, par rapport aux nerfs moteurs, de conduire à chaque nerf des fibres provenant de différents points du cerveau et de la moelle épinière. Ce but est atteint, par exemple, au moyen du plexus brachial, comme le prouve une dissection soignée. Il se peut aussi que les plexus soient destinés à mêler ensemble des fibres sensitives et motrices d'après les besoins des parties.

Les lois expérimentales précédentes établissent que les faisceaux de fibres primitives qui entrent dans un tronc y déploient leurs forces isolément, sans exciter les autres fibres primitives. Mais même certaines parties d'un muscle peuvent se contracter seules, comme il arrive aux diverses portions des fléchisseurs communs et de l'extenseur commun des doigts. Le muscle moyen fessier produit des effets différents, selon qu'il contracte sa partie antérieure ou sa partie postérieure; la première entraîne la cuisse en dedans, et la seconde la porte en dehors. Les diverses portions de l'orbiculaire des paupières et de l'orbiculaire des lèvres peuvent agir séparément. Ces phénomènes doivent tenir à des fibres nerveuses différentes.

Les faits journaliers démontrent que, quoique les mêmes nerfs donnent souvent des branches à beaucoup de muscles, l'influence cérébrale peut néanmoins s'isoler sur celles de ces branches qui vont à tels ou tels muscles. Il arrive même fréquemment, par exemple dans les maladies du cerveau, que l'influence de cet organe s'exerce isolément sur les plus petites parties musculaires, qui alors sont prises de tremblement. Mais, comme toutes les fibres primitives sont distinctes les unes des autres, l'ensemble de ces faits anatomiques et physiologiques prouve que leurs forces motrices le sont également dans les troncs et les branches.

Mouvements associés.

Par *mouvements associés* j'entends des mouvements musculaires qui ont lieu contre la volonté, en même temps que d'autres provoqués par elle. Jadis plusieurs de ces phénomènes étaient confondus sous un même nom avec beaucoup d'autres qui en diffèrent totalement. Ici je ne veux parler que des mouvements qui sont déterminés par des mouvements.

On observe déjà beaucoup de ces mouvements associés dans l'état de santé. Nous voulons mouvoir les muscles de l'oreille externe; mais, à cette intention, nous faisons agir aussi le muscle épicrânien et beaucoup de muscles de la face. Nous voulons élever ou abaisser l'aile du nez; mais nous fronçons en même temps les sourcils, sans le vouloir. En général, il n'y a qu'un très petit nombre d'hommes qui aient la faculté d'isoler les mouvements des divers muscles de la face; la plupart n'en peuvent mouvoir un sans que d'autres se contractent simultanément. Les muscles du périnée, le sphincter et le releveur de l'anus, le transverse, le bulbo-

caverneux, l'ischio-caverneux et le pubo-uréthral se meuvent presque toujours ensemble, quoique la volonté soit de ne faire agir qu'un seul d'entre eux.

Cette association est surtout bien prononcée dans les mouvements de l'iris; car nous ne saurions tourner l'œil en dedans, au moyen du muscle droit interne, sans que l'iris se contracte en même temps; il nous est impossible aussi de porter l'œil en dedans et en haut, par l'action du muscle oblique inférieur, sans que l'iris se rétrécisse. Ce mouvement des deux muscles et de l'iris dépend de branches du même nerf, savoir de l'oculo-musculaire commun, qui fournit la courte racine ou racine motrice du ganglion ophthalmique. Par conséquent, toutes les fois que l'intention de la volonté se dirige sur le nerf oculo-musculaire commun, et notamment sur celles de ses fibres primitives qui vont aux muscles droit interne et oblique inférieur, une partie du principe nerveux influence aussi une autre portion des fibres primitives de ce nerf, c'est-à-dire celles qui se continuent dans la courte racine du ganglion ophthalmique.

Quelque chose d'analogue a lieu dans tous les autres muscles. Il est difficile à la plupart des hommes de faire agir séparément les divers ventres du muscle extenseur commun des doigts, et de lever chacun de ceux-ci seul, surtout le troisième et le quatrième, qui n'ont point d'extenseur propre. Dans les efforts, beaucoup de muscles agissent par association, sans que leurs mouvements aient un but quelconque; la personne qui s'y livre contracte les muscles de sa face, comme si elle pouvait par là contribuer à soulever le fardeau. Chez ceux qui ont la respiration gênée, ou qui éprouvent une grande faiblesse, les muscles de la face se meuvent involontairement à chaque inspiration, quoique leurs contractions, si l'on excepte celles de l'élévateur de l'aile du nez, ne puissent contribuer en rien à faire précipiter l'air dans la poitrine.

Ces phénomènes sont en si grand nombre, et ils se représentent si fréquemment, toujours de la même manière, qu'il me suffit d'en avoir donné quelques exemples. Cependant il est un fait sur lequel je dois encore appeler l'attention d'une manière spéciale, parce qu'il prouve combien la tendance à l'association des mouvements est prononcée entre les parties similaires des deux côtés du corps: c'est le mouvement volontaire de l'iris. Le mouvement de l'iris est toujours simultané dans les deux yeux, tant lorsqu'il a été provoqué par une cause extérieure, que quand il résulte d'une détermination de la volonté, et il s'accomplit toujours de la même manière absolument, soit que la cause externe ou interne agisse sur les deux yeux, soit qu'elle porte sur un seul de ces organes. Les dimensions de la pupille sont plus grandes quand la lumière agit sur un seul œil que quand elle les frappe tous deux. Si la lumière exerce une action inégale sur les deux organes, les deux pupilles n'en présentent pas moins les mêmes dimensions, qui correspondent alors à la moyenne des deux impressions. Il en est de même pour les mouvements de l'iris auxquels la volonté donne lieu. Nous pouvons toujours mouvoir cette membrane par association, comme je l'ai déjà dit, par exemple en tournant l'œil en dedans, ou en dedans et en haut; mais ce qu'il y a là de plus remarquable, c'est que les deux iris se resserrent lorsqu'un seul œil regarde en dedans, l'autre conservant sa position droite. La faculté de rétrécir l'iris en tournant les yeux en dedans, faculté que d'ailleurs tous les hommes possèdent, est développée chez moi à un degré extraordinaire. Si je ferme un œil, et que je regarde droit devant moi

vec l'autre, je meus à volonté l'iris de celui-ci, suivant que je porte le premier, qui est fermé, en dedans ou en dehors. Ici la cause est cachée, et le phénomène paraît d'autant plus surprenant que l'œil sur lequel elle agit est ouvert; mais elle devient manifeste aussitôt que j'ouvre l'œil qui avait été fermé jusqu'alors, car on voit que je le tourne en dedans chaque fois que je veux rétrécir l'iris de l'autre. De toute évidence, il doit y avoir au cerveau, et par l'effet de la disposition des fibres, une intention présidant à l'association des effets dans les fibres primitives du nerf oculo-musculaire commun qui se rendent à la courte racine du ganglion ophthalmique.

Un fait intéressant, et qui s'explique sans peine d'après nos principes, est le rétrécissement des deux iris pendant le sommeil. C'est là aussi un mouvement associé, ayant pour cause la situation en dedans et en haut que les yeux prennent chez les personnes qui dorment, de sorte que le cerveau, en même temps qu'il imprime l'activité à la branche correspondante du nerf oculo-musculaire commun, stimule aussi celles de ce nerf qui vont gagner le ganglion ophthalmique.

Beaucoup d'autres muscles des deux côtés du corps ont, comme l'iris, une tendance à l'association de leurs mouvements, dont le point de départ est au cerveau. Ainsi cette tendance est si prononcée dans les muscles oculaires, qu'il y a impossibilité de tourner l'un des yeux en bas et l'autre en haut, ou de les tourner tous deux en dehors; constamment l'un de ces organes se porte involontairement en dedans lorsqu'on dirige l'autre en dehors. Je reviendrai sur ce phénomène lorsqu'il sera question des mouvements. Il faut une certaine habitude pour tenir ouvert un œil seul, c'est-à-dire pour ne mouvoir qu'un seul des deux muscles élévateurs des paupières à l'aide du nerf oculo-musculaire commun. Peu d'hommes ont la faculté de faire agir, par le moyen du nerf facial, les muscles d'un des côtés de leur face autrement que ceux du côté opposé. Je puis mouvoir les muscles du pavillon de l'oreille, même les plus petits, ou du moins d'une manière très sensible celui de l'antitragus; mais j'ai beau vouloir ne le faire que d'un seul côté, l'effet a lieu également sur l'autre oreille. La tendance à l'association des mouvements de muscles homonymes se remarque même au tronc; mais elle y est bien moins prononcée. Les muscles du bas-ventre, ceux du périnée et le diaphragme agissent toujours des deux côtés à la fois; même les nerfs et les muscles des membres, quoique plus libres à cet égard, ne sont pas entièrement soustraits à la loi générale. On sait combien il est difficile d'exécuter, soit avec les bras, soit avec les jambes, des mouvements rotatoires opposés dans une certaine direction, par exemple autour d'un axe transversal commun, tandis que les mouvements similaires s'exécutent très facilement avec deux membres à la fois.

La théorie de ces phénomènes est évidente. Les fibres primitives de tous les nerfs soumis à la volonté aboutissant toutes séparément au cerveau pour y subir l'influence des déterminations de cette dernière, on peut en quelque sorte se représenter leur origine dans l'organe comme les touches d'un clavecin, dont la pensée joue en faisant ou couler ou vibrer le principe nerveux dans un certain nombre de fibres primitives, et déterminant par là les mouvements. Mais le pouvoir conducteur de la substance cérébrale expose les fibres primitives, qui sont fort rapprochées les unes des autres, à être affectées simultanément; de sorte qu'il devient difficile à la volonté de limiter l'action à telles ou telles d'entre elles. Cependant cette faculté

d'isoler s'acquiert par l'exercice, c'est-à-dire que plus il arrive fréquemment à un certain nombre de fibres primitives de ressentir l'intention de la volonté, plus aussi l'aptitude se développe en elles à obéir seules, sans entraîner les fibres voisines, et plus se fraient certaines voies de facile propagation. Nous voyons cette faculté d'isoler arriver au plus haut degré de développement dans certains cas, par exemple, chez les musiciens exécutants, surtout chez ceux qui touchent du piano.

Tous les mouvements associés ont leur origine dans les centres nerveux eux-mêmes. On ne peut les expliquer par une communication entre les fibres primitives dans l'intérieur des nerfs moteurs, puisque ces fibres ne communiquent point ensemble, et que l'irritation d'une partie d'un gros tronc nerveux n'agit jamais sur les autres parties de ce tronc, mais seulement sur le prolongement des fibres de la portion irritée. On ne saurait non plus les expliquer par le grand sympathique, attendu que ce nerf n'entretient également point de connexions entre les diverses parties des nerfs moteurs, ni même entre les nerfs symétriques des deux côtés, qui ne sont unis ensemble que par le cerveau et la moelle épinière.

CHAPITRE II.

De la mécanique des nerfs sensitifs.

Lois de la transmission dans les nerfs sensitifs.

Pour avoir une sensation, il faut qu'un nerf tienne encore à l'organe de la conscience, au cerveau, soit immédiatement, soit médiatement, par la moelle épinière. Examinons quel est, à ce point de vue aussi, le rapport entre les branches et les troncs.

I. *Lorsqu'un tronc nerveux est irrité, toutes les parties qui en reçoivent des branches ont le sentiment de l'irritation, et l'effet est alors le même que si les dernières ramifications de ce nerf avaient été irritées toutes à la fois.*

Lorsqu'on irrite une branche d'un nerf, la sensation de l'irritation demeure bornée à la partie vers laquelle cette branche se rend; quand on irrite le tronc commun de toutes les branches, la sensation s'étend à toutes les parties qui reçoivent des branches de ce tronc. On conçoit bien qu'il n'est possible de faire des expériences de ce genre que sur soi-même; mais les résultats n'en sont pas moins certains que ceux des expériences, relatives au mouvement, qu'on pratique sur des animaux. Lorsqu'on fait avec intention éprouver un tiraillement ou une contusion au nerf cubital, au-dessus du côté interne du coude, ou au-dessus du condyle interne, en promenant et appuyant le doigt sur le cordon nerveux, on éprouve la sensation de picotements ou d'un coup dans toutes les parties auxquelles le nerf aboutit, notamment sur le dos et à la paume de la main, dans le quatrième et dans le cinquième doigts; si l'on appuie davantage, on éprouve aussi des sensations dans l'avant-bras. En frottant avec force le pouce contre la face interne du bras, et en l'enfonçant à une certaine profondeur dans la région supérieure et interne de

on rencontre aisément les nerfs radial et médian, et il résulte de là des
is analogues dans les parties auxquelles ces nerfs se rendent. Lorsqu'on
omprimer un gros tronc nerveux destiné à un membre entier, par exemple
ciatique, on éprouve dans toute la jambe la sensation connue sous le nom
dissement, et il n'est pas difficile, en s'asseyant, de donner au fémur une
telle que le nerf soit comprimé à sa sortie même. De cette manière, on
à découvrir peu à peu les points où, à l'aide d'irritations mécaniques com-
t inoffensives, on peut faire, sur beaucoup de nerfs, même très petits, de
-e corps, des expériences analogues à celles qu'on exécute sur des animaux
ort au mouvement. Ces expériences procurent la conviction que toute
d'un tronc produit constamment une sensation dans les parties externes
ériques de toutes ses branches, de même que l'irritation du tronc d'un
culaire détermine des mouvements dans les muscles auxquels aboutissent
ramifications. Il en est donc de la faculté sensitive comme de la force
avec la seule différence que cette dernière peut encore agir sur les
par l'effet d'une irritation imprimée au nerf qui ne tient déjà plus au cer-
dis que la sensation n'a lieu qu'autant que l'irritation du nerf parvient à
le (1).

E H. Weber a fait d'intéressantes recherches touchant l'influence de l'échauffement et
ssement des nerfs sur leur pouvoir conducteur (*Mueller's Archiv*, 1847, p. 342). Il a
les nerfs du goût et les nerfs du toucher perdent pour quelque temps, par le froid et
a faculté de nous procurer des sensations de goût et des sensation de chaud et de froid,
membrane muqueuse des narines mise en contact avec de l'eau ne perçoit plus, mo-
nt, les odeurs. Si l'on plonge la langue dans un vase rempli d'eau chaude, par exem-
température de 40 à 42° R., si on l'y tient ½ minute, 1 minute ou plus longtemps,
i te on la mette en contact avec du sucre pulvérisé ou avec une dissolution d'eau et de
e perçoit plus aucune saveur douce ; et, en même temps, on remarque que le tact,
sse est si manifeste à la pointe de la langue est devenu moins parfait. Cet état peut
econdes ou plus longtemps. La langue paraît être dans une condition semblable à
doigt qui, par une pression prolongée, est tombé dans l'engourdissement. L'effet est
uand on plonge la langue pendant ½ minute, 1 minute ou plus longtemps dans un mé-
et de glace pilée.
autre série d'expériences, l'auteur peut prouver que les nerfs du toucher dans les
s le larynx, dans les lèvres et autres parties perdent, par le froid et le chaud, pour
mps, la propriété de nous procurer des sensations de chaud et de froid. On n'a qu'à
ux ou plusieurs doigts pendant une ou deux minutes dans de l'eau chauffée à 41
puis les porter rapidement et les tenir pendant une seconde dans de l'eau froide, ou
sur un corps sec, froid et chaud, on n'aura aucune sensation de chaud ou de froid.
l résultat ne doit pas être expliqué en disant que toucher promptement un corps froid
igts échauffés, c'est remplacer le froid pénétrant par la chaleur accumulée dans les
uffés, vu qu'il s'y formera, pour un peu de temps, une température moyenne qui ne
t ni chaude ni froide et *vice versa*. A la vérité, il n'est pas douteux que dans des cou-
s de la peau les choses se passent ainsi ; mais on peut montrer qu'ici ce n'est pas le cas ;
modifier l'expérience. Au lieu de refroidir le doigt, refroidissons le nerf qui s'y rend ;
une partie du coude dans un mélange d'eau et de glace pilée, bientôt le nerf cubital,
'est pas protégé par des muscles, est saisi par le froid. Une douleur spéciale se propage
ajet du nerf ; elle ne ressemble en rien au sentiment du froid ; et, si l'on ne savait pas
s plonge dans de l'eau froide, on ne devinerait pas que le froid en est la cause. Au bout
ue temps, il survient dans le quatrième et le cinquième doigt un état semblable
rdissement. On croit sentir qu'il n'est possible de mouvoir ces doigts qu'avec plus d'ef-

II. *L'irritation d'une branche de nerf est accompagnée d'une sensation bornée aux parties qui reçoivent des filets de cette branche, et non d'une sensation dans les branches qui émanent plus haut, soit du tronc nerveux, soit du même plexus.*

Les faits qui se rapportent ici sont trop connus pour que j'aie besoin de les citer tous. L'irritation de la peau du bras se fait en général sentir là seulement où elle a lieu. La compression du nerf cubital ne réagit jamais en sens rétrograde sur le plexus brachial et les autres nerfs qui en émanent. Les expériences précédemment citées de Gaedechens sur les nerfs facial et sous-orbitaire démontrent qu'un nerf sensitif qui s'anastomose avec un autre nerf cérébro-spinal sensitif ne transmet point les sensations au tronc du second nerf, et que l'anastomose n'est qu'un appareil ayant pour usage de répandre les fibres primitives à la périphérie; car, malgré les anastomoses entre les branches de ces deux nerfs, il ne rétrograde jamais rien du nerf sous-orbitaire dans le tronc du facial, ni du nerf facial dans le tronc du sous-orbitaire, et les fibres qui constituent l'apparente anastomose ne font que se porter plus loin vers la périphérie. Lorsque Gaedechens coupait une branche allant du nerf facial au sous-orbitaire, et irritait le bout provenant du nerf facial, il n'y avait pas de sensation, et par conséquent cette portion du facial ne renvoyait rien non plus au cerveau à travers le nerf sous-orbitaire. On ne parvient pas davantage à exciter de la douleur en irritant une branche qui a été détachée du nerf sous-orbitaire, mais qui tient encore au nerf facial. Il en est donc ici de même qu'à l'égard de la force motrice, qui, après l'irritation d'une branche nerveuse, ne provoque jamais de convulsion en sens rétrograde par les branches naissant du tronc à une plus grande hauteur. Cependant il y a des circonstances dans lesquelles des phénomènes fort étendus de sensation peuvent naître d'un seul nerf; mais ces phénomènes s'expliquent par le concours des organes centraux, le cerveau et la moelle épinière, et l'on ne peut s'en rendre compte par un conflit entre les nerfs eux-mêmes, comme je le ferai voir plus tard.

III. *Lorsqu'une partie reçoit, par le moyen d'une anastomose, des nerfs différents, mais de même espèce, après la paralysie d'un de ces nerfs, l'autre ne peut pas entretenir la sensibilité de la partie entière, et le nombre des points qui demeurent sensibles correspond à celui des fibres primitives demeurées intactes.*

Quand deux nerfs s'anastomosent ensemble, l'une des racines de l'anastomose

fort. Lorsque le refroidissement eut duré douze minutes, on fit des expériences sur le pouvoir sensitif des doigts ; et l'on vit que, tandis qu'avec le pouce, l'index et le troisième doigt, qui ne reçoivent aucune branche du nerf cubital, les différences de température étaient perçues, ce n'était plus le cas pour le cinquième doigt ni même complétement pour le quatrième.

La faculté de sentir se perd immédiatement quand on remplit les cavités nasales avec de l'eau froide ou chaude. Toutefois, comme cet effet se produit même quand l'eau a la température du sang, et, en général, se manifeste avec toutes les températures, le froid et le chaud ne doivent pas être considérés comme les causes capables d'amener seules cet effet ; mais le contact de la membrane muqueuse avec l'eau paraît priver pour peu de temps cette membrane du pouvoir de recevoir ses impressions olfactives. De ces dernières expériences, M. E. H. Weber tire les conclusions : 1° que le voile du palais, non seulement empêche l'air, les aliments et les boissons de refluer dans les cavités nasales, mais encore ne permet pas aux liquides qui emplissent le nez de pénétrer dans la gorge; 2° que, par cela seul qu'on emplit les cavités nasales avec de l'eau, on supprime pour un temps, même quand ce liquide s'est complétement écoulé, et quelle que soit la température, la sensation olfactive. É. L.

ıit suppléer l'autre, comme se suppléent les artères; partout où des nerfs ·rachidiens s'annexent pour former un tronc plus gros, la paralysie d'une ıes de ce tronc entraîne la perte de la sensibilité dans toutes les fibres pri- qui la constituent, et il ne reste plus de sensibles que les fibres du tronc nt de la racine non paralysée. Ainsi, après la section du nerf cubital, qui au cinquième doigt, au quatrième, et en partie aussi au troisième, ce nerf être suppléé par sa communication avec le médian et le radial, et les doigts s il se distribue demeurent paralysés, comme on le sait. S'il reste encore le trace de sensibilité au côté externe du quatrième doigt, elle doit provenir s primitives qui du nerf médian se portent au rameau palmaire du cubital. e sensibilité qui persiste dans les parties d'un membre auxquelles un nerf bue, peut donc toujours être expliquée par des fibres d'autres nerfs, qui ne iquent pas avec celui-là, et qui ne s'anastomosent qu'en apparence avec faits sont mis en parfaite évidence par l'histoire des paralysies incomplètes. cas où Earle (1) avait excisé une partie du nerf cubital derrière le condyle de l'humérus, l'individu, cinq ans après l'opération, ne pouvait se servir petit doigt, et n'y éprouvait que des sensations incomplètes. Swan fait re- r avec raison, à cette occasion, que, si la prétendue communication eût seulement même à un faible degré, les anastomoses qui ont lieu entre la du nerf cubital située au-dessous de la plaie et les nerfs médian et radial, t dû suffire pour entretenir les relations du doigt avec le cerveau. Il rapporte e cas dans lequel, à la suite d'une plaie de l'avant-bras, à trois pouces du , plaie qui fut accompagnée de la section des nerfs radial et médian, le nt disparut dans le pouce, les deux doigts qui le suivent, et les parties cor- lantes du dos et du plat de la main, tandis qu'il demeura intact dans les me et cinquième doigts, comme aussi dans les parties de la main auxquelles l le nerf cubital.

onc les nerfs semblent former de nombreuses anastomoses, et s'il arrive t aux faisceaux d'un même tronc d'unir leurs gaînes de pouce en pouce, t que les fibres primitives continuent de marcher parallèlement les unes aux la nature n'a produit là rien qui ressemble aux anastomoses des vaisseaux; voulu seulement que les mêmes parties reçussent des fibres primitives fs différents. Cette disposition était d'autant plus utile, que, sans elle, la d'un nerf détruirait entièrement la communication d'une partie avec le l.

Des parties différentes de l'épaisseur d'un nerf sensitif produisent, quand rrite, les mêmes sensations que si des ramifications terminales différentes arties du tronc venaient à être irritées.

ju'on irrite mécaniquement sur soi-même le nerf cubital par le moyen que qué, et surtout quand on le fait aller de côté et d'autre en le comprimant doigts, on ressent des picotements dans la paume et au dos de la main, quatrième et cinquième doigts; mais, si ensuite on comprime directement, nillement se fait sentir tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre de ces quatre et à la paume comme sur le dos de la main, l'endroit où l'on éprouve les

dico-chirurgical Transactions*, London, 1816, t. VII, p. 173.

picotements varie suivant la manière dont on presse le nerf, c'est-à-dire suivant que telles ou telles de ses fibres, que tels ou tels de ses faisceaux de fibres éprouvent plus de pression que les autres. On observe le même phénomène en irritant les troncs nerveux du bras. Mais c'est au nerf cubital qu'il est le plus facile d'agir sur les points différents de l'épaisseur du cordon, tantôt en appuyant dessus, tantôt en le faisant rouler avec les doigts de l'autre main dans le sillon du condyle interne de l'humérus au coude. De même, une forte pression exercée sur le nerf sous-orbitaire à sa sortie du trou me fait éprouver des picotements dans des points différents de la joue et de la lèvre supérieure, suivant les modifications que j'imprime à cette action mécanique. Du reste, l'application de la pression au nerf sous-orbitaire présente beaucoup plus de difficultés, parce qu'il faut l'employer d'abord pour trouver la sortie du nerf, et que ce n'est qu'après qu'on peut analyser les sensations qui surviennent.

V. *Les sensations des fibres nerveuses les plus déliées sont isolées comme celles des troncs nerveux, et elles ne se mêlent point les unes avec les autres depuis les parties extérieures jusqu'au cerveau.*

Ce théorème est la conséquence des faits et des lois dont l'exposition précède.

J'ai prouvé qu'il n'arrive jamais aux fibres primitives d'un nerf de se ramifier ni de s'unir ensemble, soit dans le tronc, soit dans les anastomoses, où elles ne font que passer d'une gaîne dans une autre, en formant de nouvelles séries par leur juxtaposition à d'autres fibres primitives, parallèlement auxquelles elles continuent de marcher. J'ai fait voir que, de cette manière, le tronc nerveux est l'ensemble de toutes les fibres primitives qui se développent en sortant de ses branches, et que par conséquent il existe une harmonie préétablie entre les fibres du tronc et les éléments des plus petites ramifications. J'ai démontré enfin que les troncs des nerfs ont les mêmes sensations que toutes les branches prises collectivement; qu'une branche du tronc, quand on l'irrite, ne produit pas de sensation dans les autres, et qn'une partie de ce tronc éprouve les mêmes sensations que si l'on irritait une portion de ses branches ou des parties auxquelles elles se rendent. Si l'on a bien suivi toutes ces démonstrations, on sera forcé d'admettre le théorème précédent, bien qu'il ne soit qu'approximatif, et que la preuve n'en puisse être fournie pour ce qui concerne chacune des fibres primitives les plus déliées. On ne saurait objecter contre lui les belles expériences de Weber, d'après lesquelles la faculté d'apprécier la distance entre deux corps qui touchent la peau varie beaucoup suivant les parties; de sorte que plusieurs de ces dernières, comme le bout de la langue, jugent déjà d'une distance de deux cinquièmes de ligne, tandis que d'autres, comme la ligne médiane du dos, n'en sauraient évaluer une au-dessous de trente lignes : car cette faculté dépend sans doute du plus ou moins grand nombre de fibres primitives de nerfs sensibles qui se rendent à une étendue donnée de l'organe cutané.

Maintenant on se demande : Quand les fibres primitives, qui sont réunies les unes à côté des autres dans le tronc et étalées dans les branches, viennent à être irritées sur divers points de leur longueur, quelles sensations ont-elles? La sensation est-elle alors constamment une par rapport au lieu, ou bien les sensations éprouvées sur divers points de la longueur des fibres sont-elles perçues comme étant différentes les unes des autres ? Peut-on savoir, d'après la sensation, si un même faisceau de fibres primitives a été irrité soit dans son tronc, soit dans ses

branches, soit à la peau où il se développe ? La réponse à toutes ces questions se trouve déjà en partie dans les observations précédemment relatées :

1° Lorsque le tronc d'un nerf vient à être irrité, la sensation est la même que si l'irritation avait porté sur toutes les fibres primitives qui se rendent aux parties extérieures, et elle semble avoir lieu dans les parties extérieures, comme si celles-ci avaient été le siége de l'irritation.

2° Lorsque des fibres primitives diverses d'un tronc nerveux sont irritées, la sensation est la même que si des points différents des parties extérieures avaient reçu l'irritation.

3° L'irritation d'une branche quelconque est accompagnée de sensation dans les parties auxquelles cette branche se rend.

Il semble donc être indifférent que les fibres primitives soient irritées dans les troncs eux-mêmes, où elles se trouvent encore annexées les unes aux autres, dans les branches, où elles se sont partagées en faisceaux, enfin dans les parties extérieures, où elles sont complétement isolées. Quand la peau vient à être irritée par des piqûres d'épingle ou par une mouche qui court à sa surface, les extrémités des fibres primitives éprouvent une irritation, et nous avons la sensation de coups d'épingles ou d'une mouche qui marche ; si, au contraire, on comprime les masses des fibres primitives dans une petite branche au doigt, une sensation de picotement et de fourmillement a lieu dans la peau du doigt ; si l'on comprime un tronc entier, on éprouve cette même sensation dans la peau à laquelle aboutissent les dernières extrémités des fibres primitives du tronc. Qu'une pression subite et forte s'exerce sur un tronc nerveux, par exemple sur le nerf cubital, ou sur tout autre à la face interne du bras, la sensation ressemble à celle d'une commotion électrique, dans toutes les fibres que le tronc embrasse ; mais cette sensation, au lieu de se manifester dans l'endroit où l'on agit sur le nerf, semble siéger là où les fibres primitives du tronc nerveux se terminent dans la peau des doigts et de la main, dans les muscles de l'avant-bras. Ici se rangent encore les phénomènes qui accompagnent la section des nerfs, chez l'homme, dans les amputations. Au moment de cette section, les douleurs les plus vives se font sentir en apparence dans les parties dont on pratique l'ablation et auxquelles se distribuent les nerfs dont l'instrument accomplit la division. C'est un fait constant, et qui m'a été attesté par Fricke, l'habile directeur du service chirurgical de l'hôpital de Hambourg. Comme chaque fibre primitive, dans toute son étendue, depuis le cerveau jusqu'à la peau, à travers le tronc et les branches, ne tient au premier de ces organes que par un seul point, c'est-à-dire par son extrémité, il paraît tout naturel qu'elle trouve les mêmes sensations quand elle vient à être affectée soit à sa partie inférieure, dans la peau, soit à son milieu, dans le tronc ; car toutes les sensations qui ont lieu sur sa longueur entière ne peuvent se communiquer qu'en un seul point au cerveau ou à l'organe de la conscience. D'après cela, toutes les fibres primitives d'un nerf, qu'elles soient longues ou courtes, paraissent ne représenter jamais chacune, dans le cerveau, qu'un seul point, qui apporte toujours la même sensation à la conscience, soit que la fibre ait été affectée à la peau, soit qu'elle l'ait été sur le trajet du tronc. Si, lorsque les fibres nerveuses sont irritées en des points divers de leur longueur, il nous semble constamment que la sensation ait lieu à la peau, c'est parce que d'ordinaire ces sensations ont lieu quand la peau

ou l'extrémité cutanée des fibres primitives éprouve une affection quelconque.

Quelque rigoureuses que soient ces conclusions, déduites des faits exposés jusqu'ici, nous allons voir que la théorie des sensations est assez loin encore d'une démonstration complète.

VI. *Quoique la sensation semble avoir lieu dans les parties externes, lorsqu'on comprime un tronc nerveux, cependant une forte compression de ce dernier paraît être sentie en même temps dans le lieu où elle s'exerce.*

On fait quelquefois cette remarque sur soi-même, lorsqu'on se donne un coup sur le nerf cubital; mais on peut la répéter sans qu'il soit besoin de recourir à la violence. Que l'on comprime le nerf cubital au-dessus du condyle interne de l'humérus, en le pressant de plus en plus contre l'os, sans lui permettre de s'échapper; tout le bras, au-dessus du point comprimé, devient douloureux jusqu'à l'extrémité des branches du nerf, mais on ressent en même temps sur ce point une vive douleur, qui ne provient pas seulement de la sensibilité des parties environnantes, et qui a son siége dans le tronc nerveux. Si l'on jugeait d'après l'analogie avec les phénomènes qui précèdent et ceux dont j'aurai plus tard à parler, cet effet ne devrait point avoir lieu. Il semble donc y avoir encore ici quelque chose d'énigmatique, qui a de l'importance pour la théorie des sensations. Un phénomène à peu près semblable s'observe dans les névromes. Les symptômes caractéristiques de ces tumeurs des nerfs sont bien des douleurs d'une vivacité extrême dans toutes les parties auxquelles le nerf se rend, par exemple à la main et aux deux derniers doigts dans les névromes du nerf cubital au bras, et d'effroyables douleurs dans les mêmes parties au moment où l'on pratique la section du nerf malade au-dessus de la tumeur, comme j'ai pu m'en convaincre dans une opération de ce genre, exécutée par Wutzer à la clinique chirurgicale de Berlin (1). Mais le névrome a coutume d'être lui-même très sensible et très douloureux.

A ces faits de nerfs qui, par suite d'une affection développée sur leur trajet, donnent lieu à des sensations non seulement dans les parties auxquelles se rendent leurs branches, mais encore dans leur propre tronc, il faut joindre un phénomène analogue que présente la moelle épinière. Lorsque cet organe devient malade, les douleurs se font généralement sentir dans toutes les parties périphériques situées au-dessous du point affecté; mais, parfois aussi, quoique rarement, comme dans la névralgie dorsale, le sujet en ressent sur la ligne médiane du dos.

Les chirurgiens n'ont malheureusement pas assez profité des magnifiques occasions qui se présentent à eux de faire des observations sur les phénomènes dont la section des nerfs est accompagnée. Les plus importants problèmes de la physiologie auraient dû se présenter d'eux-mêmes à l'esprit d'hommes qui portent à l'organisation une atteinte aussi profonde que celle de l'amputation d'un membre ou de la section d'un nerf.

La propagation des douleurs névralgiques suivant le trajet des nerfs semble également être en contradiction avec la théorie précédente des sensations. Cependant il faut remarquer que ces sortes de douleurs ne suivent pas toujours le cours des nerfs. Dans plusieurs cas de névralgies pures, que j'ai observés avec soin à

(1) *Comp.* Aronssohn, *Observ. sur les tumeurs développées dans les nerfs.* Strasbourg, 1822, p. 9. — P.-J. Descot, *Dissert. sur les affections locales des nerfs.* Paris, 1825, p. 20.

Berlin, les douleurs ne se manifestaient pas conformément à la distribution anatomique du nerf. J'ai vu, par exemple, une névralgie de la face qui commençait au vertex, traversait l'orbite, et venait finir à la joue. Dans un autre cas, on pouvait soupçonner le nerf cubital, tout aussi bien que le nerf radial, et cependant ni l'un ni l'autre ne convenait parfaitement aux phénomènes morbides. J'ai également rencontré une névralgie crurale, que le médecin pouvait appeler une sciatique, en se laissant aller aux idées ordinaires, mais qui n'en était certainement pas une aux yeux de l'anatomiste. D'un autre côté, j'ai vu une névralgie des nerfs facial et lingual dans laquelle les douleurs semblaient, sinon d'une manière constante, du moins fréquemment, prendre naissance au-dessous de l'oreille, et se répandre en rayonnant dans la face : il leur arrivait souvent de marcher en sens inverse de la distribution anatomique, et de se jeter de la face sur la langue. En pareil cas, les névralgies élèvent une objection contre la théorie précédente des sensations ; mais les faits que je vais rapporter forment une nouvelle série d'arguments en faveur de cette théorie.

VII. *Lorsque le sentiment est complétement paralysé dans les parties extérieures, par le fait de la compression ou d'une section, le tronc du nerf peut encore, dès qu'il vient à être irrité, éprouver des sensations qui semblent avoir lieu dans les parties extérieures auxquelles il aboutissait.*

On sait qu'il y a des paralysies dans lesquelles les membres sont absolument insensibles aux irritations extérieures, bien que les douleurs les plus aiguës se fassent sentir dans les parties ainsi privées de toute sensibilité pour les stimulations qui viennent du dehors. On peut piquer ces membres, les inciser, les frapper, sans que le sujet sente rien, et cependant les douleurs qu'y font naître les causes internes sont quelquefois très vives. Dans l'état grossier où la physiologie du système nerveux a langui jusqu'ici, ce phénomène constituait une énigme inexplicable. Je l'ai observé à Bonn, chez un homme qui avait les extrémités inférieures entièrement paralysées, par rapport tant au sentiment qu'au mouvement ; de temps en temps les muscles étaient pris de convulsions, qui s'accompagnaient de violentes douleurs, sans que la sensibilité pour les stimulations du dehors reparût. Lorsque les parties extérieures des nerfs sont paralysées, l'irritation des troncs peut encore déterminer les plus violentes douleurs, qui semblent alors avoir leur siége dans les parties extérieures, ce qu'on a désigné sous le nom d'anesthésie douloureuse. On s'aperçoit sans peine que les paralysies douloureuses du sentiment doivent principalement être celles dans lesquelles les parties périphériques des nerfs sont paralysées, tandis que leurs troncs et leurs origines n'ont éprouvé aucune lésion, c'est-à-dire celles qui consistent en une paralysie purement locale des nerfs, sans nulle altération du cerveau et de la moelle épinière, comme dans les paralysies locales qui doivent naissance à une affection rhumatismale ou arthritique, et celles qui proviennent ou d'une compression subie par les nerfs, ou de tumeurs développées sur leur trajet. Earle (1) rapporte un cas de paralysie du bras causée par une fracture de la clavicule ; les doigts et le bras entier étaient insensibles aux impressions du dehors, et cependant, lorsque le malade essayait de remuer son membre, quelquefois même dans l'état de repos absolu, il éprouvait de violentes douleurs au bout des doigts.

(1) *Philos. Trans.*, t. VII, p. 173.

Ici se range encore un fait constaté par d'innombrables observations, savoir, que la section des nerfs n'est généralement d'aucune utilité dans les névralgies, et qu'on voit souvent revenir les douleurs avec tout autant d'intensité qu'auparavant, malgré l'opération, et quoiqu'on ait même excisé une certaine étendue du tronc nerveux. En effet, quand le tronc du nerf est la cause de la douleur, la section ne saurait servir à rien, puisque les irritations du moignon, qui demeure en communication avec le cerveau, et dans l'intérieur duquel se trouvent encore toutes les fibres primitives qui allaient se déployer à la peau, déterminent, en apparence dans les parties extérieures, les mêmes sensations que si ces dernières étaient affectées elles-mêmes. La section et l'excision d'une portion du nerf ne sont utiles que rarement, et l'on comprend que ce doit être seulement lorsque la cause des douleurs névralgiques a son siége dans les branches, et non dans le tronc.

Ainsi la section du nerf ne supprime que la possibilité de sentir les impressions du dehors avec l'extrémité cutanée des fibres nerveuses, parce que ces impressions ne peuvent plus alors être transmises au cerveau. Mais des sensations absolument semblables à celles qui sont déterminées par les impressions extérieures, se développent sous l'influence de toute cause intérieure quelconque, pourvu seulement que les fibres primitives du tronc communiquent encore avec le cerveau ou la moelle épinière.

Lorsqu'un nerf vient à être coupé, par exemple au doigt, une douleur se manifeste, durant la période de l'inflammation traumatique, dans la portion paralysée du doigt, qui a perdu toute faculté de sentir les irritations extérieures. La sensation de douleur disparaît avec le travail phlegmasique, et dès ce moment la partie est redevenue complétement insensible. A cet égard, une observation que Gruithuisen a eu l'occasion de faire sur lui-même présente un intérêt tout particulier; à la suite d'une blessure dans laquelle le nerf collatéral dorsal du pouce avait été coupé, le côté externe de ce doigt fut frappé d'insensibilité jusqu'au-dessous de l'ongle: à l'époque de l'inflammation, la peau qui le couvrait devint très douloureuse: mais les douleurs disparurent au bout de huit jours, quand la cicatrisation fut achevée, et il ne resta depuis lors qu'une impossibilité absolue de percevoir les impressions extérieures ; plus tard, lorsqu'on frappait sur la cicatrice, des picotements se faisaient sentir au-dessous de l'ongle.

Éverard Home rapporte un cas de prosopalgie dans laquelle, après qu'on eut coupé le nerf, la plaie ne put se réunir par première intention; tant qu'elle demeura ouverte, l'état inflammatoire de l'extrémité du nerf occasionna au malade des accès semblables à ceux qu'il avait éprouvés avant l'opération ; mais, après la cicatrisation, il ne reparut plus de ces accès.

Les phénomènes de l'engourdissement des membres par une compression exercée sur les nerfs, sont du même genre que ceux qui précèdent, et les expliquent. La compression empêche la transmission des extrémités périphériques au cerveau; mais elle affecte aussi la portion centrale du nerf, d'où le fourmillement dans le membre, qui perd également la faculté de sentir les impressions du dehors.

Une sensation de fourmillement, qui semble avoir son siége dans des parties extérieures, se manifeste fréquemment aussi lorsque les origines des nerfs, soit au cerveau, soit à la moelle épinière, ou ces organes eux-mêmes, sont affectés. Quand elle a lieu dans un membre, on ne peut pas savoir si la cause en est là

peau, sur le trajet du tronc nerveux, ou à l'origine des fibres. Souvent cette cause réside à la moelle épinière. Presque toutes les maladies de la moelle épinière ont pour symptôme un fourmillement, qui semble avoir lieu à la peau, qui, dans le cas de paraplégie, s'étend fréquemment à toutes les parties dont les nerfs naissent au-dessous du point lésé, et qui, dans la phthisie dorsale, a lieu, non pas sur la ligne médiane, mais partout le corps, à la peau (1).

On voit, d'après les détails précédents, que l'espèce de fourmillement qui précède les accès d'épilepsie, et qui porte le nom d'*aura epileptica*, a sa cause et son siége dans la moelle épinière ou le cerveau, bien que le malade croie ne l'éprouver que dans les parties extérieures. C'est la première annonce des affections rachidiennes ou cérébrales qui vont bientôt éclater. Si l'on parvient quelquefois à prévenir l'accès par l'application d'une ligature serrée autour du membre dans lequel se fait sentir l'*aura*, ce n'est pas parce qu'on s'oppose ainsi à la propagation d'un état morbide, mais parce que la ligature détermine une forte impression dans le sensorium. Cependant il faut remarquer que, dans les épilepsies causées par des tumeurs sur le trajet des nerfs, la ligature du membre empêche réellement l'irritation de se transmettre à la moelle épinière.

En s'appliquant un tourniquet autour du bras, au-dessus de l'articulation du coude, on peut faire naître le sentiment de l'engourdissement dans toutes les parties de la main, et même finir par les rendre insensibles. Il survient d'abord des picotements, puis de l'engourdissement et un sentiment de froid, auquel succède un commencement d'insensibilité pour les stimulations extérieures. Qu'on vienne alors à irriter les troncs nerveux, en les comprimant au bras ou à l'aisselle, on éprouve dans la main la sensation d'une commotion électrique, avec tout autant de netteté que si ses nerfs et ceux de l'avant-bras n'étaient point engourdis.

VIII. *Lorsque le membre dans lequel se répand un tronc nerveux a été enlevé par une amputation, ce tronc, attendu qu'il renferme l'ensemble de toutes les fibres primitives raccourcies, peut avoir les mêmes sensations que si le membre amputé existait encore, et cet état persiste pendant toute la vie.*

Aucun chirurgien n'ignore que les amputés éprouvent les mêmes sensations que s'ils avaient encore le membre dont on les a privés (2). Il n'en est jamais autrement. On a coutume de dire que l'illusion dure quelque temps, jusqu'à ce que, la plaie étant cicatrisée, le malade cesse de recevoir les soins de l'homme de l'art. Mais la vérité est que ces illusions persistent toujours, et qu'elles conservent la même intensité pendant toute la vie ; on peut s'en convaincre par des questions adressées aux amputés longtemps après qu'ils ont subi l'opération. C'est à l'époque de l'inflammation du moignon et des troncs nerveux qu'elles sont le plus vives ; les malades accusent alors de très fortes douleurs dans tout le membre qu'ils ont perdu. Après la guérison, le sujet conserve les sensations qu'un membre sain procure aux

(1) Je ne connais aucune observation de fourmillement qui se soit fait sentir dans des membranes muqueuses.

(2) Cons. à ce sujet LEMOS, *Diss. quæ dolorem membri amputati remanentem explicat*. Halle, 1798, in-8. — GRUITHUISEN, *Anthropologie*. Munich, 1810, p. 280. — HECKER'S *Neue Annalen*, t. III, 1836, p. 291. — VALENTIN'S *Repertorium*, t. I, p. 328, 337, et *De function. nervorum*, p. 82. — G.-TH. RHONE, *De sensuum mendaciis apud eos homines, quibus membrum aliquod amputatum est*. Halle, 1842.

autres hommes, et fréquemment il reste, pendant toute la vie, un sentiment de formication, ou même de douleur, ayant en apparence son siége dans les parties extérieures, qui n'existent cependant plus. Ces sensations ne sont pas vagues ; car l'amputé sent les douleurs ou le fourmillement dans tel ou tel orteil, à la plante ou sur le dos du pied, à la peau, etc. L'explication que les idéalistes donnent du phénomène, en ayant recours à l'imagination, est ridicule. Les physiologistes l'ont considéré pendant longtemps comme une pure curiosité. Mais je me suis bien convaincu, par des recherches suivies, que le sentiment dont il s'agit ne se perd jamais entièrement. Les amputés finissent par s'y habituer, à tel point qu'ils ne s'en aperçoivent plus ; cependant, dès qu'ils y font attention, ils le voient aussitôt reparaître, et souvent ils sentent d'une manière très distincte leurs orteils, leurs doigts, la plante du pied, la main. Le sentiment devient beaucoup plus vif encore lorsqu'on applique une bande ou un tourniquet autour du moignon, ou quand on lui fait subir une compression du genre de celles qui amènent l'engourdissement d'un membre ; alors la formication s'établit sur-le-champ ; l'amputé ressent des fourmillements dans la main, dans le pied, dans le membre entier, avec tout autant de netteté que si ces parties existaient encore : aussi les personnes qui ont subi une amputation n'éprouvent-elles jamais plus vivement le sentiment du membre perdu que quand une autre cause oblige de recourir plus tard à l'application du tourniquet.

Si, avant de se soumettre à l'amputation, le sujet était porteur d'un mal local douloureux, l'opération n'empêche pas qu'ensuite il sente douloureusement sa jambe entière, et c'est encore la jambe entière, du moins en apparence, qui lui cause de la douleur, après la section du nerf, lorsque le moignon s'enflamme.

Je ne parle point des rêves que font les amputés, ni du vif sentiment de tout leur membre qu'ils croient éprouver lorsque le moignon vient à être comprimé dans telle ou telle attitude, car ce sentiment ne s'éteint en eux qu'avec la vie.

Voici quelques exemples, que je crois convenable de rapporter :

1° Une femme, atteinte d'une paralysie du sentiment au bras gauche, éprouva une fracture de ce membre, qui tomba en gangrène, et dont il fallut pratiquer l'amputation. Celle-ci ne fut nullement sentie. Mais il paraît que la section du nerf ranima le sentiment dans son tronc ; car, dès la première nuit, la malade se plaignit d'éprouver des douleurs dans les doigts.

2° Un homme eut la cuisse amputée au premier tiers, pour cause de carie : aussitôt après l'opération, il éprouva le même sentiment que s'il eût eu encore sa jambe, et le lendemain il se plaignit vivement de douleurs dans ce membre, jusqu'aux orteils. Le même jour, on coupa le bras à un autre malade, qui se plaignit également après de douleurs dans la main et dans tout le bras. J'ai revu le premier de ces deux hommes au bout de douze années ; il éprouvait encore le même sentiment que s'il eût possédé les orteils et la plante du pied, et celle-ci lui causait de temps en temps des douleurs qui n'existent plus aujourd'hui. Le moignon s'engourdit quelquefois quand le sujet est couché, et alors il survient dans les orteils des fourmillements, qui jadis se reproduisaient assez fréquemment. J'appliquai un tourniquet sur le moignon, de manière à comprimer ce qui restait du nerf sciatique ; l'homme me dit aussitôt que sa jambe s'engourdissait, et qu'il distinguait parfaitement bien les fourmillements dans les orteils.

3° Un jeune homme fut amputé au bras, par suite d'une maladie de l'articulation du coude. Tant que je pus le suivre, il conserva le sentiment du bras qu'il avait perdu.

4° Un homme a le bras amputé depuis treize ans. Les sensations dans les doigts n'ont jamais cessé chez lui. Il croit toujours sentir sa main dans une situation courbée. Des picotements apparents dans les doigts ont lieu, surtout lorsque le moignon appuie sur un corps, et que les troncs des nerfs du bras viennent à être comprimés. J'exerçai une compression sur les troncs de ces nerfs ; à l'instant même survint un sentiment d'engourdissement, que le sujet disait éprouver dans tout le bras jusqu'aux doigts.

4° Un homme qui avait eu le bras coupé depuis douze ans, éprouvait de temps en temps des fourmillements qui lui semblaient avoir lieu dans les doigts, et qui survenaient surtout lorsqu'il s'appuyait sur son moignon.

6° *Vir quidam, cui pes sinister, et alter cui brachium sinistrum amputatum erat, dicebant ambo, alter post hebd. 14, alter 17, se per operationem nihil commodi nactos esse ; alter querebatur de dolore vehementi pedis et alter brachii, cum tamen non tam male eos habuisset quam in primis hebdomadibus post factam operationem, et uterque non per hebdomades, sed per menses hosce, sensus hujus fallacis diminutionem habuisse fatebatur* (1).

7° *Nunc temporis, etiam ibi versatur juvenis, cui ante novem menses brachium sinistrum demtum est. In hoc eadem sensatio sub quinto et sexto mense post operationem decessit, sed mense octavo aliquot dies, ubi vehementior esse cœpit, habuit, ut interdiu tantum ope oculi, et nocte ope manus alterius, jacturæ hujus se convincere posset* (2). L'auteur explique le fait d'une manière qui n'est nullement satisfaisante, par une prétendue association des deux membres, qui elle-même aurait besoin d'explication.

8° Un homme, qui avait eu le bras droit écrasé par un boulet de canon, et ensuite amputé, éprouvait encore, vingt années après, des douleurs rhumatismales bien prononcées dans ce membre, toutes les fois que le temps changeait. Pendant les accès, le bras qu'il avait perdu depuis si longtemps lui paraissait sensible à l'impression du moindre courant d'air. Il m'assura d'une manière positive que la sensation physiologique et purement subjective de ce membre n'avait jamais cessé.

9° Un homme à qui l'on avait amputé la main, y ressentait encore, sept ans après, des douleurs, qui ne cessèrent qu'à la mort (3).

IX. *De même que la situation relative des fibres primitives dans le lieu de leur origine au cerveau et à la moelle épinière, où elles déterminent des sensations, ne subit aucun changement lorsque leur situation relative à leurs extrémités périphériques change, de même les sensations d'emplacement que procurent ces fibres dépendent de l'ordre dans lequel celles-ci naissent, et non de la situation relative qu'affecte leur extrémité périphérique.*

La preuve de ce théorème est fournie par les phénomènes qui ont lieu quand l'art change la situation des extrémités périphériques, comme il arrive, par exemple,

(1) Lemos, *loc. cit.*, 1798, p. 33.
(2) *Ibid.*, p. 33.
(3) Klein, dans le *Journal de Græfe*, t. III, p. 408.

dans la transplantation de lambeaux cutanés. Lorsque, dans une opération de rhinoplastie, on retourne un lambeau de la peau du front taillé à la racine du nez, et qu'on l'accole au moignon de ce dernier, tant que le pont n'a point été coupé, le nez factice conserve les mêmes sensations que celles qu'on éprouve quand la peau du front est mise en rapport avec un stimulant quelconque, c'est-à-dire que l'individu sent au front les attouchements qu'on exerce sur le nez. C'est là un phénomène bien connu des chirurgiens, et dont Lisfranc a fait le premier l'observation (1). Mais ce phénomène, comme on le conçoit bien, ne dure qu'aussi longtemps que subsiste la communication des fibres nerveuses, à la racine du nez, entre le front et le nez de fabrique. Après la section du pont, l'illusion cesse, et le nouveau nez devient insensible ; il paraît s'y développer plus tard un peu de sensibilité, mais qui demeure toujours très faible.

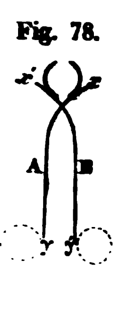
Un autre phénomène, en tout semblable, et qui se prête à la même explication, est le suivant : Lorsque, comme dans la fig. 77, on croise l'un sur l'autre le doigt indicateur (*d*) et le médius (*f*) d'une main, et que l'on fait rouler une petite boule (*e*) entre les deux côtés de ces doigts qui se correspondent maintenant, mais qui, dans l'état ordinaire des choses, sont opposés l'un à l'autre, on croit sentir deux boules. Quand on touche une petite boule (*b*) avec deux doigts (*a* et *c*) qui conservent leur situation respective ordinaire, ce n'est point, à proprement parler, une boule que l'on sent, mais deux convexités, que l'esprit réunit et combine en une sphère, parce qu'il se représente que deux segments de sphère situés l'un à côté de l'autre et tournant leurs convexités en sens inverse, appartiennent à une

Fig. 77.





Fig. 78.



même sphère. Si maintenant on croise les doigts, de manière que leurs deux faces externes opposées deviennent internes et se regardent, les sensations des fibres conservent leur situation relative par rapport au cerveau, comme s'il n'y avait pas de croisement, c'est-à-dire que la sensation de la convexité d'un segment de sphère (fig. 78) en x est transporté au côté opposé en y, et que celle en x' l'est également en y'. Eu égard à leur contenu, les sensations éprouvées en x et en y ne subissent aucun changement, non plus que celles en x' et en y' ; mais, après la

(1) *Mém. de l'Acad. roy. de méd.* Paris, 1833, t. II, p. 145. — Jobert, *Traité de chirurgie plastique*, Paris, 1849, t. 1, p. 229.

ansposition, les impressions ne sont plus celles de deux convexités tournées en ns inverse l'une de l'autre; ce sont celles de deux convexitées tournées l'une vers utre. Or, en les complétant, l'esprit doit concevoir l'idée de deux sphères, parce le deux convexités qui se regardent ne sauraient appartenir à une seule et même hère, tandis qu'elles peuvent très bien appartenir à deux sphères distinctes. J'ai ésenté, dès 1826, cette explication du phénomène, dans un ouvrage où d'ail- ırs on trouve déjà indiqués les premiers éléments de la partie mécanique de la ıysique des nerfs (1). Aristote l'avait déjà rencontrée, à peu près (2).

Irradiation des sensations, ou sensations associées.

Il arrive quelquefois qu'une sensation en excite une autre, ou que les sensations propagent, d'une manière morbide, au delà des parties affectées. Ce phéno- ène, auquel je donne le nom d'*association de sensations*, n'est pas rare dans l'état santé. L'impression d'une vive lumière détermine un prurit dans le nez, et le atouillement exercé sur un point très borné donne lieu à des sensations fort endues. Il faut également rapporter ici les sensations étendues qui résultent de la mulation des parties génitales externes dans l'acte du coït, les secousses que dé- mine une détonation qui éclate inopinément auprès de nous, les frissonne- ents qu'on éprouve en entendant certains sons, comme par exemple celui du rre que quelqu'un raie, et les sensations qui surviennent lorsqu on rencontre e substance sablonneuse sous la dent. Cette même classe renferme encore un and nombre de phénomènes pathologiques, tels que l'extension du mal de dent la face entière, et celle des douleurs d'un doigt malade aux autres doigts, à la ain, au bras, sans qu'on puisse admettre une communication matérielle de la ıse morbifique. Les irradiations acquièrent surtout beaucoup d'étendue lors- 'une tumeur nerveuse occasionne des sensations douloureuses très vives, qui tardent pas à se manifester aussi dans les parties environnantes, ou même dans s parties éloignées, comme le prouve un cas rapporté par un journal anglais (3), , à la suite d'une amputation, une tumeur du nerf sciatique, adhérente à l'os à la cicatrice, rendait fort douloureuse la peau du moignon entier, et parfois ème des parties éloignées, telles que les téguments du bas-ventre, sans qu'il y t d'ailleurs aucun symptôme inflammatoire; ces sensations insolites disparurent rès une seconde amputation. Il suffit de se faire une brûlure forte et un peu olongée pour acquérir la conviction que des sensations accessoires naissent alors ns les fibres nerveuses voisines, auxquelles la cause provocatrice ne s'étend ce- ndant point elle-même.

Ces sensations concomitantes seraient fort incommodes dans l'état de santé: ssi la nature les a-t-elle prévenues en isolant les fibres des nerfs; car, si les res de dix points différents de la peau se réunissaient en une seule avant d'ar- er au cerveau, celui-ci ne pourrait non plus avoir qu'une seule sensation de dix nts différents de la peau, qu'il percevrait comme étant tous dans le même lieu, si les fibres nerveuses primitives d'un point se confondaient avec celles de neuf res points qui allassent chacun isolément à l'encéphale, il suffirait, dans l'état

(1) *Physiologie des Gesichtssinnes*. Leipzick, 1826, p. 84.

(2) Dans son *Traité des songes*, ch. 2.

(3) *London medical Gazette*, 1834.

de santé, qu'un seul point de la peau fût irrité, pour que neuf autres sensations d'autres parties parvinssent en même temps à la conscience. Ceci n'a pas lieu, en général, chez l'homme qui se porte bien, et ne peut pas non plus arriver, parce que les fibres primitives des nerfs demeurent isolées dans tout leur trajet jusqu'au cerveau. Quelle explication doit-on donc donner du phénomène exceptionnel des sensations associées? Comme il n'est aucun point de la peau où l'on puisse exciter des sensations concomitantes autrement qu'en y provoquant une sensation très vive, le phénomène ne saurait être attribué à une union qui, par exception, aurait lieu, dans quelques nerfs, entre des fibres primitives. Il faut que l'explication soit susceptible de s'appliquer à tous les nerfs de sentiment. On ne saurait non plus rendre raison de l'irradiation de la sensation par l'admission d'anastomoses plexiformes des fibres primitives à leurs extrémités périphériques dans la peau; car elle a lieu aussi dans la rétine, où de telles anastomoses n'existent point. On peut concevoir le phénomène de deux manières.

1° La première explication repose sur les propriétés dont jouissent les ganglions des nerfs sensitifs, et qui ont été exposées précédemment. On sait que tous les nerfs sensitifs proprement dits ont un ganglion à leur racine. Reil (1) comparait les ganglions du grand sympathique à des demi-conducteurs, qui n'amènent pas les impressions faibles au cerveau, mais qui, à l'instar des demi-conducteurs de l'électricité, au travers desquels passe le fluide électrique accumulé en grande quantité, y font parvenir les irritations très vives, et qui ne permettent non plus qu'avec des restrictions l'influence du cerveau et de la moelle épinière sur le grand sympathique. On pourrait appliquer aussi cette hypothèse aux ganglions des nerfs de sentiment; on pourrait dire que la masse grise, à travers laquelle les fibres primitives passent sans névrilème, est une sorte de demi-conducteur incapable de propager dans sa propre substance les irritations faibles agissant sur une de ces fibres, et de les communiquer aux autres fibres qui traversent le ganglion, de manière qu'alors la sensation ne se répand ni à droite ni à gauche, et parcourt seulement la fibre qui en a été affectée; mais, quand les sensations sont très vives, de demi-conducteur qu'elle est ordinairement, cette même masse devient tout à fait conducteur, et permet à une partie du fluide nerveux de se communiquer à quelques autres des fibres qui traversent le ganglion; de sorte qu'en ce cas il y a irradiation de la sensation, sensation associée ou concomitante.

2° La seconde explication n'a aucun égard à cette propriété des ganglions des nerfs sensitifs, qui est en effet purement hypothétique et dénuée de preuve. Elle attribue l'irradiation de la sensation à celle de l'irritation dans la moelle épinière ou dans le cerveau même. D'après cette manière de voir, il se passerait ici un phénomène analogue à celui qui a lieu dans les mouvements par réflexion, lorsque de l'impression sensitive communiquée à la moelle épinière part une irradiation qui s'étend jusqu'aux nerfs moteurs. La seule différence consisterait en ce que l'irradiation de l'impression sensitive primordiale sur la moelle épinière aurait lieu non dans des nerfs moteurs, mais dans d'autres nerfs sensitifs naissant au voisinage de ceux qui ont été affectés directement, ou que du moins elle ne se bornerait pas à des nerfs moteurs et s'étendrait en outre à des nerfs de sentiment.

(1) *Archiv fuer Physiologie*, t. VII.

Ce qui parle en faveur de la seconde explication, c'est l'analogie des irradia-
:ions que les impressions sensitives, reçues par la moelle épinière, envoient jusque lans les nerfs de mouvement, et de plus cette circonstance qu'il y a aussi des nerfs sensitifs sans ganglions, comme la rétine, qui sont susceptibles d'irradiation, de sorte que la première explication est évidemment insuffisante.

Quelle idée maintenant doit-on se faire de l'excitation secondaire que d'autres ibres sensitives ou d'autres nerfs de sentiment reçoivent du cerveau et de la noelle épinière? S'accomplit-il une réflexion dont le point de départ soit au cer-
'eau et à la moelle épinière? S'établit-il, dans ces nerfs, un courant qui aille de eur extrémité cérébrale ou rachidienne à leur extrémité périphérique, et revienne nsuite de celle-ci à celle-là; ou, s'il n'y a point de courants, mais seulement des scillations dans le principe nerveux, un second nerf est-il mis à l'état d'oscilla-
ion par l'oscillation du premier, que le cerveau réfléchit sur lui? Très probable-
nent il s'opère toujours une réflexion, dont le point de départ est l'encéphale ou a moelle épinière, et qui rejette en quelque sorte l'impression sur un autre nerf le sentiment. Cependant il faut remarquer que cette explication implique tacite-
nent la possibilité, pour les courants ou les oscillations qui ont lieu dans les fibres ensitives, de s'effectuer aussi bien du centre à la circonférence que de la circon-
érence au centre. Or, nous ignorons encore si une telle condition est réalisée, ou i les nerfs sensitifs ne sont aptes qu'à des mouvements de la circonférence vers le entre : aussi est-il intéressant d'avoir un moyen d'expliquer le phénomène dans e cas où les nerfs de sentiment seraient privés du mouvement centrifuge, et où elui-ci n'appartiendrait qu'aux seuls nerfs moteurs. Comme il paraît être indif-
érent, pour une sensation, que la fibre nerveuse soit affectée à son extrémité, lans son milieu, ou à son origine cérébrale ou rachidienne, puisque, dans tous es cas, la sensation demeure la même, et qu'elle est toujours rapportée aux parties xtérieures dans lesquelles le nerf se distribue, il s'ensuit que la simple irradiation l'une impression qui, du point où sa fibre conductrice aboutit dans la substance le la moelle épinière et du cerveau, se répand sur les origines des fibres ner-
'euses, peut donner lieu à une extension de la sensation. Nous savons que, chez es personnes atteintes d'affections de la moelle épinière, les sensations semblent avoir ieu aussi dans les parties extérieures; que, par exemple, la myélite s'accompagne les plus vives douleurs dans les membres, quoique cependant les nerfs de ces arties ne puissent exciter aucune sensation dans le sens de la moelle épinière à la ériphérie. Le fourmillement qu'on éprouve à la peau n'est souvent non plus u'une sensation ayant sa cause dans la moelle épinière elle-même. Cette sensa-
ion, lorsqu'elle ne dépend pas d'une compression exercée sur les nerfs, est un ymptôme presque constant de toutes les affections de la moelle spinale, que celles-ci oient purement passagères, comme dans l'épilepsie, ou permanentes, comme lans la névralgie dorsale et la phthisie dorsale. Il est impossible, même à celui qui ossède des connaissances anatomiques, d'avoir la conscience du véritable siége u'elle affecte, puisque ce n'est pas le long du rachis qu'elle se manifeste, mais lans toutes les parties auxquelles la portion malade de la moelle envoie des nerfs. l peut fort bien en être de même de l'irradiation des sensations.

Les phénomènes de l'irradiation ont lieu dans l'œil, et d'une manière toute articulière. Ainsi les états de deux parcelles de la rétine qui sont voisines, exer-

cent une influence prononcée l'un sur l'autre, eu égard à la clarté, à l'obscurité et aussi aux couleurs des impressions relatives; il y a aussi des couleurs et de petites images qu'on ne peut expliquer que par l'irradiation de l'impression qui prédomine dans la portion plus étendue de la rétine. Je reviendrai là-dessus en traitant du sens de la vue.

On ignore encore si la rétine, qui, par sa couche interne de cellules cérébrales, participe de la structure du cerveau, est elle-même susceptible de communiquer les états des petites parcelles dont elle se compose.

III. Mélange ou coïncidence de plusieurs sensations.

La précision et la netteté des sensations paraissent dépendre du nombre des fibres primitives qui se répandent dans une partie ; plus ces fibres sont rares dans un organe, plus les impressions reçues par des parties diverses, mais voisines, sont obligées de n'agir que sur une seule fibre primitive, et plus il doit être facile de confondre les unes avec les autres les impressions faites sur divers points de la peau. E.-H. Weber (1) a réuni de très intéressantes observations sur le degré de netteté de sensations relativement à la faculté d'apprécier les distances que possèdent les diverses régions du corps. Ces expériences ont été faites en touchant la peau, les yeux fermés, avec les branches d'un compas dont les extrémités étaient garnies de liége. Weber cherchait à quel degré d'écartement de ces branches leur écartement devenait appréciable. Voici les résultats auxquels il est arrivé. Les extrémités des troisièmes phalanges des doigts et le bout de la langue sont les parties qui l'emportent sur toutes les autres, eu égard à la netteté des sensations; elles permettent de juger d'une ouverture de compas qui ne dépasse point une demi-ligne. Sur le dos de la langue, il fallait déjà un écartement de deux lignes pour qu'il se manifestât deux sensations distinctes et non confondues en une seule. Avec le bout des doigts et avec celui de la langue, Weber distinguait plus facilement la distance quand les deux branches étaient disposées dans le sens longitudinal; c'était, au contraire, quand il plaçait celles-ci en travers qu'il appréciait le mieux leur écartement sur le dos de la langue, à la face, au cuir chevelu, au cou, au bras et à la jambe. La table suivante indique la finesse du toucher dans les diverses parties, d'après les distances auxquelles il fallait placer les branches pour obtenir deux sensations, et non pas une seule.

Bout de la langue	1/2 ligne.
Face palmaire de la troisième phalange des doigts . . .	1
Surface rouge des lèvres	2
Face palmaire de la seconde phalange des doigts . . .	2
Face dorsale de la troisième phalange des doigts . . .	3
Bout du nez	3
Face palmaire au-dessus des têtes des os métacarpiens. .	3
Dos de la langue à un pouce de la pointe	4
Partie non rouge des lèvres	4
Bord de la langue à un pouce de la pointe	4

(1) *Annotat. anat. et physiol.*, p. 44, 81.

Métacarpe du pouce.	4 lignes.
Bout du gros orteil	5
Face dorsale de la seconde phalange des doigts. . . .	5
Face palmaire de la main	5
Peau de la joue	5
Face externe des paupières.	5
Membrane muqueuse du palais	6
Peau de la partie antérieure de la pommette	7
Face palmaire du métacarpien du gros orteil	7
Face dorsale de la première phalange des doigts . . .	7
Face dorsale des têtes des os métacarpiens	8
Membrane muqueuse des gencives	9
Peau derrière et au-dessus de l'os de la pommette. . .	10
Partie inférieure du front	10
Partie inférieure de l'occiput	12
Dos de la main	14
Col au-dessous de la mâchoire.	15
Vertex	15
A la rotule	16
Au sacrum	18
A l'acromion.	18
A la fesse.	18
A l'avant-bras	18
Au genou et au pied	18
Au dos du pied, près des orteils.	18
Au sternum	20
Au rachis, le long des cinq vertèbres dorsales supérieures.	24
Au rachis, près de l'occiput	24
Au rachis, à la région lombaire	24
Au rachis, dans le milieu du cou.	30
Au rachis, dans le milieu du dos.	30
Au milieu du bras	30
Au milieu de la cuisse.	30

L'écartement des branches du compas était senti plus grand en apparence par s parties douées d'un sentiment délicat que par celles qui n'avaient qu'un toucher gue. Si l'on traçait une ligne horizontale autour du thorax, et qu'on y appliquât compas, la distance était sentie plus distinctement sur deux points, en avant et arrière, que dans le milieu. Posait-on l'instrument, à la hauteur de cette ligne, ns une direction parallèle à l'axe longitudinal du corps, on découvrait quatre ints où la sensation était plus nette, deux sur la ligne médiane, tant en avant 'en arrière, et deux sur les côtés. Si l'on plaçait les branches, soit en travers, it en long, sur une ligne allant du menton au pubis, la sensation était plus nette menton que partout ailleurs; elle s'affaiblissait au cou, redevenait plus dis- ncte au sternum, s'obscurcissait à la partie supérieure du ventre, reprenait de la tteté à l'ombilic, et faiblissait de nouveau à la région de la symphyse des os pubis.

Sur la ligne médiane de la partie postérieure du corps, elle était plus prononcée au-dessous de l'occiput et au coccyx que partout ailleurs. Sur une ligne tirée le long de la partie latérale du tronc, elle avait plus de netteté à l'aisselle et à l'aine (1).

La netteté de la sensation ne dépend pas précisément de la présence et du nombre des papilles; car la sensibilité du mamelon est obscure, et celle de la langue plus prononcée au bout de l'organe que sur les autres points de sa surface: aussi Weber admet-il que cette netteté tient au nombre, à la marche et à la ter-

(1) Valentin (*Lehrbuch der Physiologie*, t. II, p. 565) a dressé le tableau suivant, d'après ses propres recherches, réunies à celles de Weber, Theile, Gerber, Neuhaus et Buehlmann.

PARTIES.	PLUS PETITE DISTANCE, exprimée en lignes, à laquelle le toucher procure la sensation distincte de deux points.			INTENSITÉ RELATIVE de la sensibilité tactile calculée d'après la moyenne, celle du bout de langue étant prise pour unité. Coefficient de	
	Max.m.	Minim.	Moyenne	Netteté.	Obtusité.
Bout de la langue	0,50	0,40	0.485[5]	1,000	1,000
Face palmaire de la dernière phalange du doigt indicateur.	1,00	0.50	0,603	0,802	1,248
Id. id. du doigt médius.	1.00	0,57	0.706	0.685	1,461
Id. id. du doigt annulaire.	1,00	0,60	0,725	0,669	1,496
Id. id. du pouce	1,00	0,50	0.725	0,667	1,500
Id. id. du petit doigt.	1,00	0,50	0.755	0,659	1,519
Surface rouge de la lèvre inférieure.	2,00	0,50	1,500	0,322	3,102
Id. de la lèvre supérieure.	2,00	0,50	1,520	0,318	3,125
Faces palmaires des secondes phalanges des doigts.	2,00	1,25	1.558	0.310	3,225
Id. des premières phalanges des doigts	1,75	1.50	1,650	0,293	3,414
Milieu du dos de la langue	4 00	1.50	1.916	0 252	3,9[illegible]4
Faces dorsales des dernières phalanges des doigts	5,00	1,75	2,125	0,227	4 307
Portion non rouge des lèvres	4.00	1,50	2.208	0,219	4,548
Bout du nez.	3,00	0,50	2 230	0,215	4,633
Bord de la langue, à un pouce de la pointe.	4,00	1,50	2,478	0.195	5,12[illegible]
Partie latérale du dos de la langue.	4,00	1,50	2.500	0.193	5.172
Faces palmaires des os métacarpiens.	3,00	1,75	2,623	0,184	5,431
Extrémité du gros orteil	5,00	3.00	3 250	0,149	5,726
Partie métacarpienne du pouce	4,50	2.00	3,333	0.145	6 896
Face externe des paupières.	5,00	2,50	3,833	0.126	7,938
Face palmaire de la main.	5,00	3,00	3.833	0,126	7,930
Face dorsale de la seconde phalange du pouce	5,50	2,75	3,893	0,124	8,054
Id. id. de l'indicateur	5.50	2.75	3,893	0,124	8,054
Id. id. du médius.	5.50	2,75	3,900	0.1239	8,069
Id. id. du petit doigt.	5,50	2,50	3.943	0,1225	8,129
Id. id. de l'annulaire.	5.50	2,75	3,971	0,1217	8,216
Peau du milieu du palais.	6 00	2,00	4,042	0,120	8,363
Membrane muqueuse des lèvres au voisinage de la gencive.	9,00	2,00	4.125	0,172	8 575
Peau de la joue au-dessus du buccinateur.	5,00	3,25	4.541	0,106	9.305
Peau à la partie postérieure de l'os jugal	7.00	3,00	4,620	0,105	9,520
Faces dorsales des premières phalanges des doigts.	7.00	4,00	4.917	0,098	10,175
Prépuce	6.00	4,00	5,100	0,095	10,502
Face dorsale de la peau aux têtes des os du métacarpe.	8,00	3,25	5,256	0,092	10 982
Peau à la partie postérieure de l'os jugal.	10,00	3,00	5,286	0,091	10,976
Face plantaire de l'os métatarsien du gros orteil	7,00	5.00	5.873	0,082	12,155
Partie inférieure de la peau du front	10,00	4.00	6,000	0,081	12,414
Dos de la main	14,00	3,50	6.966	0,069	14,412
Partie inférieure du cuir chevelu de l'occiput.	12.00	6,00	8,292	0,058	17.136
Peau du cou, au-dessous de la mâchoire.	15,00	3.00	8,292	0,058	17,158
Peau à la partie postérieure du talon	10,00	8.00	9,000	0,054	18,625
Mont de Vénus	14,00	3,00	9.200	0,052	19,053
Peau du vertex	15,00	5,50	9,183	0,050	19,857
Peau à la rotule et à la cuisse près de cet os	16,00	6,00	10.208	0,047	21,129
Mamelon.	20,00	9,50	12,066	0,040	24,961
Dos du pied au voisinage des orteils.	18,00	7,50	12.525	0,039	25,914
Aisselle.	14.00	12,00	13,000	0,037	26,807
Peau à la partie supérieure et inférieure de l'avant-bras.	18,00	7,00	13,292	0,036	27,380
Peau de la colonne vertébrale près de l'occiput.	24,00	8,00	13,292	0,036	27,380
A la partie inférieure et à la partie supérieure de la jambe.	18,00	9,00	13,708	0,035	28,330
Membre viril.	18,00	10,00	13,850	0,0342	28,650

minaison des filets nerveux. Je partage entièrement sa manière de voir : seulement, j'ajouterai que le plus ou moins de facilité avec laquelle les irradiations ont lieu dans des points différents du cerveau et de la moelle épinière prend peut-être une certaine part à la production du phénomène (1).

PARTIES.	PLUS PETITE DISTANCE, exprimée en lignes, à laquelle le toucher procure la sensation distincte de deux points.			INTENSITÉ RELATIVE de la sensibilité tactile calculée d'après la moyenne, celle du bout de langue étant prise pour unité. Coefficient de	
	Maxim.	Minim.	Moyenne	Netteté.	Obtusité.
A l'acromion et au bras, dans le voisinage de cette apophyse	18,00	6,00	13,866	0 0349	28.688
Au sacrum	18,00	7,50	14,938	0,032	30,948
Au sternum	20,00	8,00	15,875	0,030	32,845
Au fessier et à la cuisse dans le voisinage de la fesse	18,00	10,50	16,625	0,029	34,397
Au milieu du bras, à l'exception de l'endroit où les muscles font le plus de saillie	30,00	8,75	17,085	0,028	35,344
Au milieu de la cuisse, à l'exception de l'endroit où les muscles font le plus de saillie	30,00	9,00	17,635	0.027	36,482
Au milieu de la colonne cervicale	30,00	7,00	18,542	0,026	38,362
Aux cinq premières vertèbres du dos, près de la ligne médiane	24.00	11,00	19,000	0,025	39,310
A la partie inférieure de la colonne dorsale et lombaire	24,00	11,50	19.112	0,022	44,938
Au milieu des vertèbres dorsales	30,00	11,00	24,208	0,020	50,086

De ce tableau il résulte : 1° que la peau du milieu du dos distingue deux points séparés environ cinquante fois moins bien que le bout de la langue ; 2° que la différence de sensibilité tactile correspond en général au but spécial de chaque partie ; 3° que la plus grande sensibilité appartient aux parties terminales, libres et mobiles ; 4° que les perceptions tactiles sont plus nettes à la région antérieure du corps qu'à la postérieure ; 5° que la sensibilité tactile et celle qui procure le sentiment de la volupté sont tout à fait indépendantes l'une de l'autre ; 6° enfin que deux points rapprochés l'un de l'autre procurent d'autant mieux chacun une sensation distincte qu'ils touchent des nerfs plus différents. (*Note du trad.*)

(1) Partant des curieux résultats obtenus par E.-H. Weber, M. Brown-Séquard (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, p. 162) a fait, chez neuf malades dans le service de M. Rayer, et chez deux malades de sa clientèle, ayant une diminution plus ou moins grande de la sensibilité tactile, l'application des pointes d'un compas sur les avant-bras et sur les jambes atteintes d'anesthésie, à l'effet de juger du degré de cette paralysie. Voici ce qu'il a trouvé : 1° Anesthésie presque complète. Quel que fût l'écartement des deux pointes, 10, 15, 20 centimètres, le malade ne percevait que la sensation d'une pointe. L'application était faite sur une des jambes. Sur l'autre jambe, où l'anesthésie était moins prononcée, le malade commençait à percevoir les deux pointes quand l'écart était arrivé à 12 centimètres. 2° Anesthésie à un degré moyen. Dans plusieurs cas, l'écartement *limite* a été, sur les avant-bras et les jambes, de 9 à 16 centimètres. La limite, à l'état normal, d'après les recherches de Weber. de plusieurs auteurs allemands ou anglais, et de M. Brown-Séquard est, en général, de 3 à 5 centimètres pour l'avant-bras et la jambe. 3° Anesthésie très faible. Dans deux cas de paralysie du mouvement, où il était impossible de reconnaître, à l'aide des moyens ordinaires, si la sensibilité était diminuée, M. Brown-Séquard a constaté que l'écartement *limite* était de 6 à 7 centimètres. De ces trois séries de faits, il suit donc que l'on peut, en faisant usage de l'application des deux pointes d'un compas sur la peau : 1° Reconnaître l'existence d'une anesthésie méconnaissable autrement ; 2° mesurer le degré de l'anesthésie. Il en est de même pour l'hypéresthésie. Dans un cas de paralysie du mouvement des membres inférieurs, le malade percevait la sensation des deux pointes sur le pied, même à la distance de 5 millimètres, tandis qu'à l'état normal, dans les mêmes lieux, on ne perçoit la double sensation qu'autant que l'écartement des deux pointes dépasse

C'est sur la rétine qu'a lieu la sensation la plus nette et la plus exquise des distances. Le plus petit angle sous lequel on puisse distinguer deux points est de quarante secondes; Smith a calculé d'après cela que le plus petit point sensible de la rétine a un huit millième de pouce de diamètre.

Une mixtion ou identification fort remarquable des sensations a lieu dans un seul cas, celui des sensations perçues par les deux nerfs optiques. En parlant des sens, je reviendrai sur ce phénomène et sur le précédent.

CHAPITRE III.

Des mouvements réflexes.

Les mouvements qui succèdent à des sensations ont été connus de tout temps, non seulement par les physiologistes, mais encore par les médecins en général. La plupart des physiologistes les faisaient dépendre, avec Willis, des anastomoses du nerf ganglionnaire, qui reçut même de là son nom de grand sympathique. Comparetti a écrit tout un livre pour expliquer les sympathies morbides par les anastomoses des nerfs (1). Cette théorie fut presque généralement adoptée, et, dans ces derniers temps même, on y a fait servir les observations dont s'était agrandi le champ de la névrologie (2). Cependant quelques anciens physiologistes, tels que Haller, Cullen, Whytt, A. Monro et autres (3), s'étaient déjà élevés contre elle. Whytt et Cullen disaient les phénomènes produits par le concours du sensorium et par les sensations.

Prochaska (4) s'est exprimé d'une manière très précise à l'égard des mouvements réflexes; suivant lui, ils consistent en ce que des sensations, propagées au cerveau, tout le long du nerf, sont réfléchies par l'encéphale et la moelle épinière sur certains nerfs moteurs correspondants. Il allègue en preuve ce qui a lieu chez une grenouille décapitée, explique par là l'éternument, et fait remarquer avec beaucoup de justesse que l'effet réflexe peut avoir lieu avec ou sans conscience. Mais il n'avait pas considéré les phénomènes à un point de vue assez large quand il croyait que tous les mouvements réflexes tendaient à un but déterminé, et qu'ils partaient du besoin de conservation qu'éprouve l'économie animale. Les plus généraux et les plus remarquables de ces mouvements sont si peu en harmonie avec le désir de se conserver que, chez un animal convenablement disposé, on est

25 ou 30 millimètres. L'acuité des sensations, dans ce cas, était excessive; la sensibilité à la douleur était aussi exagérée que la sensibilité tactile.

Il y a deux remarques essentielles à faire : c'est que, pour réussir dans ces expériences, il faut appliquer *simultanément* les deux pointes; il faut aussi que les pointes soient un peu mousses et incapables de piquer. É. L.

(1) *Occursus medici.* Venise, 1780.

(2) *Voy.* TIEDEMANN's *Zeetschrift fuer Physiologie*, t. I, 1835.

(3) CULLEN, *Institutions of Medicine*, p. 1. — WHYTT, *An essay on the vital and other involuntary motions of animals.* Édimbourg, 1751, p. 248.

(4) *Op. minor.* p. 2.

ıaître de prolonger la vie en les évitant, ou d'amener tout de suite la mort par étanos en leur permettant de s'établir.

Mayo a publié (1) des observations importantes, qui ne sont pas favorables à hypothèse dans laquelle on explique par le grand sympathique les mouvements ui se manifestent à la suite de sensations. La lumière, comme chacun sait, ne fait mouvoir l'iris qu'en agissant sur la rétine. On avait cherché à se rendre raison de e phénomène par de prétendues anastomoses entre le nerf optique et le nerf ganlionnaire. Les expériences de Mayo sur certains mouvements de l'iris qui sont éterminés par le nerf oculo-musculaire commun, mais provoqués par une irriation du nerf optique, ne laissent d'autre parti à prendre que de recourir à l'interention du cerveau. Après avoir coupé le nerf optique dans le crâne d'un pigeon, et anatomiste parvint à déterminer encore le resserrement de la pupille par des ritations exercées sur le bout cérébral du nerf.

Le principe de la réflexion qui a lieu des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs, ar l'intermédiaire des parties centrales, n'a été appliqué d'une matière générale la théorie de tous les mouvements qui succèdent à des sensations, qu'il y a un etit nombre d'années, par les recherches de Marshall Hall et par les miennes, ubliées les unes et les autres en 1833. De nouveaux faits sont venus prouver que e principe pouvait servir à expliquer un grand nombre de phénomènes connus, nais mal interprétés (2). Les faits observés par le physiologiste anglais et par moi, t qui nous servent d'appui à tous deux, ont beaucoup de rapport ensemble : mais ous différons l'un de l'autre dans la manière de rendre raison des phénomènes. oici l'exposé de mes opinions, à la suite duquel je donnerai un extrait des traaux de Marshall Hall, dont je comparerai les vues avec les miennes.

Lorsque des sensations, qui ont été produites par des impressions extérieures sur es nerfs sensitifs, déterminent des mouvements dans d'autres parties, cet effet 'est jamais le résultat d'un conflit entre les fibres sensitives et les fibres motrices u nerf lui-même ; mais il dépend de ce que l'excitation sensorielle transmise au erveau et à la moelle épinière réagit sur des fibres motrices. Cette proposition, ui est de la plus haute importance pour la physiologie et la pathologie, exige une émonstration rigoureuse, que l'on peut très bien donner par la voie empirique, t elle explique ensuite une multitude de phénomènes physiologiques et patholoiques.

Je prouverai d'abord que les fibres motrices et les fibres sensitives d'un nerf, près la réunion des deux racines, ne contractent jamais d'union ensemble, qu'elles

(1) *Anatomical and physiological commentaries*. Londres, 1823.

(2) Le mémoire de Marshall Hall a paru dans la seconde partie des *Transactions philosoiques* pour l'année 1833. J'avais annoncé, en passant, mes idées dans la première édition du remier volume de ce Manuel, publiée au printemps de 1833. Je les ai plus amplement déveppées dans le second, en 1834. Cependant Marshall Hall avait déjà lu un travail à ce sujet, n 1832, devant la société zoologique de Londres. La priorité lui appartient donc. Il a fait onnaître et ses vues et les points par lesquels elles diffèrent des siennes dans *Lond. and dinb. phil. Magaz.*, vol. X, n° 58. Ses écrits plus récents sur ce sujet sont *Memoirs on the ervous system*. Londres, 1837. *New Memoir on the nervous system*. Londres, 1843. — Comarez l'ouvrage de A. Bazin : *Du système nerveux de la vie animale et de la vie végétative; le leurs connexions anatomiques, et des rapports physiologiques, psychologiques et zoologiues qui existent entre eux*. Paris, 1841.

marchent, séparées les unes des autres, jusqu'à leur destination respective, et que par conséquent il ne peut y avoir le moindre conflit entre elles, même dans les cas où la sympathie nerveuse n'est point en jeu.

La preuve est facile à établir. Si, après avoir pratiqué la section d'un nerf mixte, on irrite le bout central, ce qui détermine de violentes douleurs, l'animal peut bien exprimer ces douleurs par des cris, par des mouvements annonçant qu'il voudrait s'enfuir, etc.; mais les muscles qui entretiennent des relations avec le moignon du nerf irrité ne sont point sollicités par là à entrer en action. Il ne survient pas de convulsions dans les muscles auxquels ce moignon de nerf envoie des branches.

Voici comment on parvient à rendre la chose sensible. Comme les trois nerfs destinés au membre pelvien, chez la grenouille, forment un plexus qui fournit à son tour deux nerfs, on n'a qu'à couper l'un de ces derniers, détruire toutes ses connexions avec des muscles, puis exercer une irritation mécanique sur le bout central. Cette action détermine une excitation centripète des fibres sensitives du nerf; mais elle ne provoque point de contractions dans les muscles auxquels se distribuent les autres nerfs moteurs qui émanent du même plexus. On peut également s'assurer, sur des grenouilles ou autres animaux narcotisés, que les convulsions générales qui succèdent au moindre attouchement n'ont lieu que par l'influence du cerveau et de la moelle épinière eux-mêmes; car, si l'on ampute un membre de la grenouille narcotisée, on a beau poser ensuite le doigt sur ce membre, il n'éprouve plus de convulsions (1).

L'expérience est plus instructive encore quand on la fait sur une salamandre terrestre. Après la section de la moelle épinière, ce reptile conserve pendant longtemps la faculté de sentir dans toutes les parties situées au-dessous de la plaie, ou si l'on trouve l'expression de faculté sensitive inconvenante ici, la faculté de transmettre des impressions sensorielles à la moelle épinière et de réagir par des convulsions. Le bout de la queue même est encore sensible, et la section de la moelle épinière porte la sensibilité au même degré d'exaltation que celui auquel elle arrive chez les grenouilles narcotisées. Chaque fois qu'on touche légèrement une partie séparée du corps de la salamandre, elle se contracte; mais ce phénomène intéressant, qui persiste pendant des heures entières, n'a lieu qu'autant que la partie détachée du corps contient encore de la moelle épinière, de sorte qu'on ne le remarque pas dans les membres coupés. Je l'ai observé en 1830, lorsque je faisais avec Jordan des expériences sur le venin des glandes cutanées de la salamandre terrestre.

Il suit de là que les convulsions générales qui ont lieu chez les animaux, quand on pose le doigt sur une partie de leur corps, ne sont pas le résultat d'une con-

(1) Tous les auteurs s'accordent à dire que la faculté réflexe est bien moins puissante chez les animaux à sang chaud que chez les animaux à sang froid. Brown-Séquard déclare cette opinion vraie lorsqu'on se borne à comparer les mammifères aux batraciens, comme on le fait généralement; mais il la trouve essentiellement fausse en comparant les mammifères et les oiseaux aux amphibiens, aux reptiles et aux poissons. Chez les oiseaux, et surtout chez le pigeon, la faculté réflexe est plus vive que chez les vertébrés à sang froid. Chez les mammifères, la faculté réflexe est plus énergique que chez beaucoup de poissons et même que chez certains reptiles, le lézard, par exemple. Il n'y a donc pas entre la chaleur propre des vertébrés et l'énergie de leur faculté réflexe le rapport qu'on avait cru y avoir (*Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*, t. I, 1850, p. 171). É. L.

iication entre les fibres sensorielles et les fibres motrices des nerfs, mais que
ioelle épinière est l'intermédiaire entre l'excitation sensorielle ou centripète et
citation motrice ou centrifuge.

ionc aussi le phénomène de convulsions générales après des sensations locales
indépendant du nerf grand sympathique. Il tient à une irritation de la moelle
iière, toute excitation sensitive locale se propageant à ce cordon entier et au
reau, d'où elle stimule nécessairement toutes les fibres motrices. Mais cette
ation est provoquée par les causes suivantes :

° Elle résulte de la simple section ou d'une contusion de la moelle épinière
z certains animaux. Ainsi, les tortues auxquelles on a coupé la tête se remuent
ore chaque fois qu'on les touche ; ainsi les jeunes oiseaux offrent le même
nomène pendant les premiers moments qui suivent la décapitation ; ainsi la
mandre terrestre le présente dans toutes les parties de son tronc coupé par mor-
ix.

° Elle se voit pendant la première période de l'empoisonnement par des sub-
ces narcotiques, chez les grenouilles et même chez les mammifères, qui, après
r été empoisonnés avec de la noix vomique, entrent en convulsions aussitôt
on porte la main sur eux, en quelque endroit et de quelque manière que ce
Cette période de faiblesse irritable précède presque toujours celle de faiblesse
lytique, dans les cas de narcotisation.

° D'autres causes encore, qui débilitent le cerveau et la moelle épinière par
ation, donnent lieu au même phénomène. Chez les personnes qui ont le sys-
: nerveux faible et irritable, toute sensation imprévue, bruit, attouchement,
isse, détermine un sursaut général : c'est ce qu'on voit chez les hommes dont
oelle épinière est devenue à la fois faible et irritable par l'abus des facultés
ales ou autrement. Ici l'on peut jeter un coup d'œil sur l'essence de l'irrita-
nerveuse. Toute irritation nerveuse peut amener trois états à la suite l'un de
e : d'abord une excitation, pendant laquelle les forces semblent n'avoir en-
eçu aucune atteinte ; puis une faiblesse irritable, à mesure que l'excitation
ète ; enfin une faiblesse atonique.

Une vive excitation locale d'un nerf de sentiment peut, par la violence de la
ation qu'éprouvent le cerveau et la moelle épinière, déterminer aussi des
lsions et des tremblements : c'est ce qu'on voit après une forte brûlure, pen-
évulsion d'une dent, etc.

Il arrive fréquemment aux irritations locales des nerfs qui sont l'effet ou
inflammation ou d'une tumeur, de déterminer des spasmes généraux, même
psie.

L'irritation de la moelle épinière à laquelle donne lieu l'excitation sensorielle
peut être tellement forte, dans les cas de lésions considérables, que les con-
ns soient continuelles, et que même elles persistent sans attouchement. Toute
ion violente de la moelle épinière est un tétanos, qu'elle ait été provoquée
es poisons narcotiques, ou qu'elle dépende d'une impression quelconque
édiate et locale. On conçoit aisément, d'après cela, la manifestation du tétanos
natique.

Une violente irritation des nerfs sympathiques du canal intestinal fait naître
i, en réagissant sur les parties centrales, des spasmes généraux secondaires.

C'est ainsi qu'on peut expliquer les spasmes dans le choléra sporadique, et les convulsions dans les maladies du bas-ventre, chez les enfants.

Cependant les considérations qui ont été exposées jusqu'ici nous conduisent seulement à poser en fait que, toutes les fois qu'une sensation locale détermine des convulsions générales, cet effet ne peut arriver par d'autre connexion entre les fibres motrices et les fibres sensitives que celle qui a lieu dans la moelle épinière. Mais il y a beaucoup de cas où l'irritation locale des nerfs se borne à provoquer des convulsions partielles, qui ne peuvent pas toujours être expliquées par la moelle épinière comme moyen d'union entre les fibres sensitives et les fibres motrices. Ces cas sont les suivants.

1° Le plus simple est celui d'une excitation sensitive locale, qui, en se propageant à la moelle épinière ou au cerveau, ne donne lieu qu'à des convulsions purement locales, dans les parties voisines dont les fibres motrices partent de la moelle épinière, à peu de distance des fibres sensitives. Ici se rangent les spasmes et le tremblement qu'on observe dans les membres soumis à une forte brûlure, par exemple. Certaines parties très irritables de l'organisme, comme l'iris, se contractent avec beaucoup de facilité lorsque des excitations, même très faibles, agissent sur d'autres nerfs sensitifs, dont l'excitation, transmise au cerveau, passe de ce viscère dans le nerf oculo-musculaire commun, puis par ce dernier dans la courte racine du ganglion ophthalmique, les nerfs ciliaires et l'iris. Il y a déjà longtemps qu'on sait que l'iris n'est pas sensible à la lumière, et que celle-ci n'agit sur lui que par l'intermédiaire du nerf optique et du cerveau : c'est ce qui résulte des observations de Lambert, de Fontana, de Caldani. Des rayons lumineux qui, après avoir traversé un petit cône en papier ou un petit trou percé dans une feuille de papier, continuent leur route à travers la pupille, et vont ainsi rencontrer la rétine, déterminent aussitôt l'iris à se mouvoir; mais ils n'exercent aucune influence sur cette membrane lorsqu'ils la frappent d'une manière directe. En outre, l'iris d'un œil atteint d'amaurose demeure immobile tant que l'œil sain reste fermé, mais se contracte quand le nerf optique de ce dernier reçoit l'impression de la lumière. Dans les cas exceptionnels où l'iris de l'œil amaurotique conserve encore de la motilité (1), celle-ci dépend sans doute de ce que la goutte sereine est incomplète, ou de ce que le sujet tient son œil sain ouvert. En effet, on ne doit faire de recherches à cet égard qu'autant que le malade ferme l'œil dont il conserve la jouissance, et toutes les observations dans lesquelles cette précaution a été négligée n'ont aucune valeur : aussi Van Deen (2) s'est-il trompé lorsqu'ayant vu l'iris se contracter par l'effet de la lumière chez un lapin auquel il avait enlevé un hémisphère du cerveau et coupé le nerf optique du même côté, il conclut de là que le nerf optique n'exerce aucune influence sur l'iris; comme il présentait la lumière devant les deux yeux (*ante oculos*), le résultat devait être le même que dans le cas d'amaurose d'un seul côté, où l'iris de l'œil malade se resserre quand la lumière agit sur l'œil sain. Mais la sensation peut être détruite dans le cerveau, et cependant un nerf conserver encore l'aptitude à provoquer des mouvements réflexes. L'intéressante découverte faite par Tiedemann (3)

(1) TIEDEMANN, *Zeitschrift fuer Physiol.*, t. I, p. 252.
(2) *Loc. cit.*, p. 58.

it filet du ganglion ophthalmique qui accompagne l'artère centrale de la rétine, saurait rien expliquer ici ; car tous les vaisseaux sont accompagnés de nerfs, et ilet en question se distribue comme l'artère centrale, sans avoir de connexions nontrées avec la rétine. La réaction du cerveau sur l'iris a lieu au moyen du f oculo-musculaire commun, qui, d'après les expériences de Mayo (1), déterie l'iris à se contracter chaque fois que lui-même vient à être stimulé. Mayo s a également appris que l'iris se contracte lorsque, après avoir coupé le nerf que, on en irrite l'extrémité cérébrale. Ainsi les contractions de cette meme indiquent une sorte de statique d'excitation entre la force sensitive ou cenète et la force motrice ou centrifuge, par l'intermédiaire du cerveau. D'autres 's aussi peuvent changer cette statique ; telles sont les branches sensitives du trieau, car on sait qu'en reniflant de l'eau froide, on amène le resserrement de l'iris. armi les cas simples de réflexion d'une excitation se range encore le clignotent des paupières sous l'influence prolongée de la lumière, à la vue d'un danger naçant, ou par les éclats d'un son très intense.

. la même catégorie appartiennent également les contractions de tous les musdu périnée, du sphincter et de l'élévateur de l'anus, du bulbo-caverneux et 'ischio-caverneux, pendant l'émission du sperme, à la suite de l'irritation des is sensitifs du pénis. Dans ces cas, la moelle épinière est l'intermédiaire entre sensations et les mouvements. Il est vrai que des muscles mis à découvert, et t les nerfs moteurs partagent l'irritation exercée sur le tissu musculaire luine, n'ont pas besoin de cet effet centripète et centrifuge pour entrer en consion ; mais les muscles que recouvrent des membranes sensibles, et qui ne vent recevoir eux-mêmes l'irritation, ne sauraient être sollicités à entrer en uvement que par une excitation sensitive de leur couverture sensible, suivie n effet centripète des nerfs sensitifs et d'une excitation motrice centrifuge du veau. Ainsi, la contraction de la glotte et des voies aériennes sous l'influence gaz acides irrespirables n'est pas le résultat immédiat de l'irritation de ces voies, is l'effet combiné d'une excitation sensitive centripète et d'une excitation mooe centrifuge. Brachet l'a amplement démontré : car, après qu'on a coupé les ix nerfs vagues d'un animal, une substance chimique irritante qu'on introduit s la trachée-artère n'excite plus à tousser. La toux par irritation des voies ennes ne se manifeste qu'en raison d'une excitation sensitive centripète, à lale succède une irritation motrice centrifuge. Il en est de même pour la contracdu sphincter de l'anus et du sphincter de la vessie : ces muscles ne peuvent être sollicités à agir par la stimulation directe des matières fécales et de l'urine; t que ces substances impressionnent les nerfs sensitifs de la membrane mu-le, et qu'ils excitent la moelle épinière, qui, toujours chargée de force moerveuse, réagit sur les muscles : de là vient que, quand elle est blessée, cà cessent de pouvoir se contracter.

Le second cas est celui dans lequel, l'excitation sensitive étant purement , l'excitation réactionnaire qui part du cerveau a plus d'extension, comme il e déjà dans les phénomènes concomitants de la toux, auxquels prennent part, seulement les nerfs vagues, mais encore les nerfs rachidiens, en raison des

) *Journal de physiologie*, par MAGENDIE. Paris, 1823, t. III, p. 348.

diate de l'irritation aux muscles pourvus de nerfs ou à leurs nerfs; enfin la réflexe, qui persiste en partie après que la volontaire et la respiratoire ont cessé, et qui se rattache à la moelle épinière. Cette dernière cesse après l'enlèvement de la moelle épinière, quoique l'irritabilité ne soit pas diminuée. Quand elle a lieu, l'irritation motrice naît, non dans une partie centrale du système nerveux, mais à quelque distance du centre. Elle n'est ni volontaire ni directe dans sa marche, et elle est plutôt excitée par des irritations particulières qui agissent, non point immédiatement sur la fibre musculaire et les nerfs moteurs, mais sur les expansions membraneuses d'où ces irritations sont conduites à la moelle épinière. Marshall Hall cite quelques exemples pour faire ressortir l'importance de cette fonction réflective de la moelle épinière: Ainsi la préhension des aliments est un acte volontaire, qui ne peut plus s'accomplir après l'ablation du cerveau; mais le passage du bol alimentaire sur la glotte et à travers le pharynx dépend de la fonction réflective, et a lieu même après qu'on a enlevé le cerveau. En effet, quoique les muscles qui le déterminent puissent aussi agir sous les ordres de la volonté, cependant la présence du bol dans le pharynx détermine une série de mouvements violents tenant à ce que l'irritation exercée sur la membrane muqueuse se transmet à la moelle allongée, qu'elle sollicite à opérer une décharge dans les nerfs moteurs. Quant à la déglutition dans l'œsophage, Marshall Hall la considère comme l'effet de l'irritation agissant immédiatement sur les fibres musculaires du canal, et le résultat de l'irritabilité de ce dernier, hypothèse qui paraît fort douteuse. Au reste, on peut, ainsi que je l'ai dit, observer, même sur des animaux décapités, l'excitation motrice réflexe qui est due à l'irritation mécanique du pharynx. Marshall Hall fait voir ensuite que l'influence de cette fonction se retrouve aussi dans les sphincters; le sphincter de l'anus reste fermé, chez une tortue à laquelle on a coupé la tête, tant que la partie inférieure de la moelle épinière demeure intacte; mais il se détend aussitôt qu'on enlève celle-ci.

Marshall Hall coupa la moelle épinière en travers, sur une couleuvre à collier très vive, entre la seconde et la troisième vertèbre. Les mouvements cessèrent aussitôt, et les choses restèrent dans cet état tant qu'il laissa l'animal tranquille; mais, lorsqu'il vint à l'irriter, il le vit se remuer encore pendant quelque temps, parce qu'à chaque changement de situation, de nouvelles parties de la surface étaient mises en contact avec le sol. Peu à peu la couleuvre rentrait en repos; mais, au moindre attouchement, elle recommençait à se mouvoir.

Marshall Hall fait très bien ressortir le rapport qui existe entre les mouvements volontaires, respiratoires et réflexes, en même temps qu'il cherche à prouver que les mouvements réflexes qui ont lieu après la perte du cerveau dépendent non pas d'une véritable sensation, mais seulement de l'action nerveuse centripète dont les sensations sont accompagnées. Sensation, volonté, mouvement, tels sont les trois anneaux de la chaîne qui est parcourue quand la douleur provoque un mouvement: que l'anneau intermédiaire vienne à être brisé, le premier et le troisième n'ont plus rien qui les lie à la conscience. Je crois aussi que les mouvements réflexes qui ont lieu après la perte du cerveau ne prouvent pas que les irritations de la peau puissent exciter de véritable sensation dans la moelle épinière; ils dépendent bien plutôt de la transmission centripète ordinaire du principe nerveux, de celle qui a lieu aussi dans les sensations, mais qui n'est plus ici sensation, parce qu'elle n'ar-

rive plus au cerveau, à l'organe de la conscience. On observe d'ailleurs, même pendant la santé, beaucoup de mouvements réflexes, provoqués par des irritations cutanées qui ne parviennent point à la conscience comme véritables sensations, bien qu'elles puissent cependant exercer une forte impression sur la moelle épinière; telle est, par exemple, la contraction soutenue des sphincters que détermine l'irritation des matières fécales et de l'urine. Mais Marshall Hall va trop loin quand il admet qu'en santé tout mouvement qui suit une vraie sensation est déterminé par la volonté, et que toutes les excitations des parties sensibles à la suite desquelles surviennent des mouvements réflexes ne sont point accompagnées de sensation; car les mouvements réflexes de l'éternument, de la toux, et beaucoup d'autres, dérivent de vraies sensations.

Il ne faut pas confondre ensemble les mouvements réflexes et les mouvements involontaires non réflexes. Lorsqu'on touche la glotte d'un animal, dit Marshall Hall, une contraction a lieu: la même chose arrive quand on touche le cœur. L'ablation du cerveau n'apporte en cela aucun changement; mais, si on enlève la moelle allongée, les contractions du larynx à la suite d'irritations cessent, tandis que celles du cœur persistent, même après l'enlèvement de la moelle épinière. L'effet de l'irritation sur le cœur est immédiat, au lieu qu'une irritation portée sur le larynx doit se propager d'abord jusqu'à la moelle allongée, par l'intermédiaire seul de laquelle a lieu la contraction. Après avoir tranché la tête à un serpent, Marshall Hall remarqua que, quand il touchait soit les narines, soit un point situé en dedans des dents de la mâchoire inférieure, le larynx exécutait un mouvement qui le portait en bas et le fermait. Cet effet n'arrivait plus après l'ablation de la moelle allongée. Marshall Hall cite enfin, comme appartenant à la fonction réflective, le clignotement des paupières lorsqu'on vient à y toucher, l'influence particulière qu'éprouve la respiration de la part du chatouillement, ou quand on jette de l'eau froide à la figure, l'éternument provoqué par les titillations de la membrane pituitaire, le vomissement dû aux irritations du larynx et du pharynx, le ténesme occasionné par les irritations du rectum, et la strangurie par irritation de la vessie.

On voit que les spasmes, dans les maladies, peuvent dépendre de sources très différentes. En effet, il y a des affections spasmodiques qui ont leur siége dans les nerfs moteurs eux-mêmes, ou leur cause dans le cerveau et la moelle épinière; mais il y a aussi des spasmes réflexes, dont la cause se rattache à des irritations de nerfs sensitifs, comme ceux qui surviennent souvent après des irritations intestinales, dans la dentition, dans l'odontalgie, et en général après des affections nerveuses douloureuses, dépendantes de lésions organiques ou de lésions non organiques.

Les phénomènes que j'ai décrits jusqu'à présent, d'abord d'après mes propres observations, puis d'après celles de Marshall Hall, ont cela de commun que la moelle épinière est l'intermédiaire entre l'action sensitive et l'action motrice du principe nerveux. Cependant on peut indiquer avec plus de précision encore les voies à travers lesquelles, quand un mouvement réflexe a lieu, la transmission s'accomplit, dans la moelle épinière, des nerfs sensitifs aux nerfs moteurs. La plus ordinaire de toutes les manières dont ces mouvements s'exécutent consiste en ce que les muscles du membre qui éprouve une sensation violente entrent en contraction; ainsi, dans le cas de brûlure à la peau, le membre auquel celle-ci appar-

tient éprouve d'abord des convulsions, de même que, quand un animal commence à ressentir l'influence de quelque poison narcotique, les excitations sensitives de sa peau déterminent de préférence des contractions dans les muscles des parties sur lesquelles elles portent ; ainsi le bol alimentaire provoque le mouvement réflexe des organes de la déglutition ; la poussière qui s'introduit dans l'œil, où elle ne fait que produire une sensation, entraîne l'occlusion réflexe des paupières ; et l'irritation entretenue soit par l'urine soit par les matières fécales influe médiatement sur le mouvement des sphincters. Donc, aussitôt que la sensation est parvenue à la moelle épinière, le mouvement ne se transmet pas à cet organe tout entier, mais il a une grande tendance à se communiquer à ceux des nerfs moteurs dont l'origine se rapproche le plus de celle des nerfs sensitifs irrités ; en d'autres termes, la voie la plus facile pour le courant ou l'oscillation est celle de la racine postérieure d'un nerf, ou de quelques unes de ses fibres primitives, à la racine antérieure de ce même nerf, ou aux racines antérieures de plusieurs des nerfs voisins.

Nous voyons, d'après cela, que, dans ces sortes de courants ou d'oscillations, le principe nerveux prend la voie la plus courte pour agir des fibres sensitives sur les fibres motrices par l'intermédiaire de la moelle épinière, de même que l'électricité prend aussi le plus court chemin pour aller d'un pôle à l'autre, quand les fils sont tenus à une faible distance. Si l'on veut exprimer cette idée avec plus de précision, et la traduire en langage de la physique des nerfs, on dira que toute excitation vive du pouvoir moteur de la moelle épinière par un nerf de sentiment ne stimule d'abord, et immédiatement, de manière à lui faire déterminer des convulsions, que la portion de cette moelle qui donne origine au nerf sensitif, et que l'excitation tant d'autres parties de la moelle épinière que des nerfs moteurs qui en proviennent, diminue à mesure qu'elle s'éloigne du point sur lequel a porté la stimulation occasionnée par le nerf de sentiment. On doit en dire autant des nerfs cérébraux, dont les phénomènes réflectifs paraissent être restés entièrement inconnus à Marshall Hall. Les gros nerfs d'organes de sens ont surtout une forte tendance à occasionner des mouvements réflexes en réagissant sur les nerfs cérébraux moteurs. Les nerfs optique et acoustique se placent au premier rang à cet égard ; tous deux, quand ils sont frappés par une vive lumière ou par un son intense, provoquent un mouvement réflexe du nerf facial, qui entraîne l'occlusion ou le clignotement des paupières ; le nerf optique a en outre une propension très marquée à exciter réflectivement le nerf oculo-musculaire commun par le mouvement de l'iris, et, lorsqu'il est frappé par une lumière très vive, il détermine une affection réflective du nerf facial et d'autres nerfs, qui donne lieu à l'éternument. Mais le gros nerf sensitif de la partie antérieure de la tête et de la face, la grande portion du trijumeau, peut aussi exciter les nerfs oculo-musculaire commun et facial par l'intermédiaire du cerveau ; c'est ainsi que l'eau froide introduite dans le nez détermine la contraction de l'iris, et que le chatouillement de la membrane pituitaire donne lieu à l'éternument, qu'accompagnent des mouvements des muscles de la face, dus à l'excitation du nerf facial. En un mot, nous voyons que les parties du nerf oculo-musculaire commun et du facial qui vont au ganglion ophthalmique et par conséquent à l'iris, sont ceux des nerfs cérébraux moteurs sur lesquels porte le plus facilement l'excitation par réflexion, et que la cause déterminante de celle-ci peut tenir à des impressions faites tant sur la vue que sur le toucher et l'ouïe. Je

sorte qu'il doit y avoir, entre les origines des nerfs optique, trijumeau et acoustique et les origines de ces nerfs cérébraux moteurs, une grande facilité de transmission, résultat d'une harmonie préétablie lors de la formation première. Ceux des nerfs sensitifs et moteurs dont le conflit à travers le cerveau et la moelle épinière présente le plus de facilité, montrent une sorte de statique avec ces parties centrales; l'un change l'autre, comme le haussement d'un des plateaux d'une balance détermine l'abaissement de l'autre, comme la chute du liquide dans l'une des branches d'un siphon entraîne son ascension dans l'autre branche, jusqu'au rétablissement de l'équilibre. Si, dans les cas ordinaires, un nerf de sentiment n'est point en état de provoquer un mouvement réflexe, le phénomène a cependant lieu aussitôt que la sensation acquiert une certaine intensité; car alors le courant ou l'oscillation que la moelle épinière et le cerveau reçoivent des nerfs sensitifs est réfléchi par eux dans ceux d'entre les nerfs moteurs auxquels la transmission peut s'effectuer avec le plus de facilité à travers les fibres de l'encéphale et du cordon rachidien.

Il est une autre voie encore que suit très souvent la transmission de nerfs sensitifs à des nerfs moteurs par l'intermédiaire de la moelle épinière et de la moelle allongée; c'est celle qui consiste en une excitation du système des membranes muqueuses, à laquelle succède une affection secondaire des muscles respiratoires. Nous en avons des exemples dans le vomissement, le besoin d'aller à la selle, la parturition, le besoin d'uriner, la toux, l'éternument, le hoquet, etc. Après la loi statique dont j'ai parlé précédemment, et suivant laquelle les nerfs qui naissent au voisinage ou à peu de distance les uns des autres sont les plus aptes aux phénomènes de la réflexion, celle dont il s'agit ici est celle que l'on observe le plus fréquemment. Une plus grande facilité de transmission doit donc être préétablie, dans la moelle allongée et la moelle épinière, entre les nerfs sensitifs des membranes muqueuses (le trijumeau pour le nez, le vague pour la trachée-artère, le pharynx, l'œsophage et l'estomac, le grand sympathique pour le canal intestinal et la matrice, les branches du plexus sacré et le grand sympathique pour la vessie et le rectum), et les nerfs moteurs de la respiration (le facial, l'accessoire et les rachidiens) tandis que les nerfs rachidiens qui se rendent aux membres sont exclus de cette harmonie.

Mais, quand il survient une certaine irritation de la moelle épinière par des substances narcotiques ou par d'autres causes, toute sensation peut déterminer une décharge de la moelle épinière dans tous les nerfs moteurs, même dans ceux qui d'ordinaire subissent le moins facilement cette influence, c'est-à-dire dans les nerfs moteurs des extrémités. Volkmann a même fait voir (1) que la division en long de la moelle épinière, chez les grenouilles décapitées, n'empêche pas les mouvements réflexes de s'étendre à tous les muscles des deux moitiés du corps, pourvu qu'il reste encore une partie quelconque du cordon rachidien qui soit intacte.

Il reste enfin à savoir si la sensation prend part, comme sensation, aux mouvements réflexes. Volkmann penche pour l'opinion de Whytt, qui admettait une sensation perçue par la conscience et une réaction spontanée dans les mouvements survenus après des sensations. Il ne me semble pas douteux que la chose a lieu dans beaucoup de cas; il paraît surtout en être ainsi dans les mouvements réflexes

(1) MUELLER, *Archiv*, 1838, p. 15.

qui surviennent, le cerveau et la moelle épinière étant intacts. Tels sont l'occlusion des paupières sous l'influence d'une lumière vive, et le mouvement des muscles respiratoires à l'occasion des irritations de la membrane muqueuse des organes de la respiration, du canal alimentaire et des voies urinaires. Mais, si l'on réfléchit que toutes les parties d'une salamandre terrestre qui renferment encore un peu de moelle épinière, montrent des mouvements réflexes, il devient difficile de considérer le fait comme étant susceptible d'une application générale. On observe aussi des phénomènes de réflexion dans des organes qui sont soustraits à l'influence de la volonté, comme le canal intestinal et le cœur. Je les ai vus dans les cœurs lymphatiques d'une grenouille décapitée, chaque fois que je pinçais la patte de l'animal; le cœur lymphatique, qui avait déjà cessé de battre, recommençait alors à exécuter des pulsations. Enfin les convulsions réflexes générales qui éclatent après la narcotisation n'ont pas la moindre analogie avec une réaction spontanée.

La sensation locale la plus insignifiante se trouve ici convertie en un mouvement, non pas seulement des muscles qui correspondent à la patte, mais de ceux du corps entier; par conséquent association et réflexion de mouvement sont combinées, et sans le concours de la volonté, et sans but. Quand un animal est au maximum de tension réflective de la moelle épinière et du cerveau, le tétanos s'empare de lui dès qu'on le saisit avec force, et il meurt en quelques secondes; tandis qu'il aurait encore vécu quelque temps si on l'avait laissé tranquille. J'ai déjà mentionné ce phénomène en parlant des expériences sur l'extirpation du foie chez les grenouilles. L'extirpation du foie, comme toutes les grandes lésions, porte la moelle épinière au maximum de tension réflective, que j'ai vu survenir le troisième et le quatrième jour de l'opération; les animaux se tenaient en repos, tant qu'ils n'éprouvaient ni secousses ni sensations, et l'on s'apercevait de l'état dans lequel ils étaient aux soubresauts que déterminait encore le moindre ébranlement. Tant qu'on les garantissait des chocs ou des sensations fortes, on pouvait les garder quelque temps; mais, dès qu'on les touchait, ils se trouvaient pris sur-le-champ du tétanos par réflexion, et ceux mêmes qui auparavant avaient encore assez de force pour se tenir sur leurs pattes, mouraient en quelques secondes. Le mouvement réflexe peut donc être très inharmonique, et il l'est toujours quand il s'étend à beaucoup de muscles sous la forme d'association de mouvements, parce que c'est là le caractère de tout mouvement associé; ces mouvements réflexes complétement inharmoniques sont les plus remarquables et les plus étendus de tous les phénomènes de ce genre.

Quant au rapport entre la sensation et le mouvement réflexe, il n'y a pas nécessité que la sensation arrive à la conscience pour que l'effet réflexe ait lieu.

Dans mon opinion, l'irritation d'un nerf rachidien sensitif détermine immédiatement une action centripète du principe nerveux vers la moelle épinière. Si cette action peut s'étendre jusqu'au *sensorium commune*, il y a sensation perçue par la conscience. Mais, si la section de la moelle épinière l'empêche d'arriver au *sensorium*, elle n'en conserve pas moins toute sa puissance, comme action centripète, sur le cordon rachidien. Dans l'un ou l'autre cas, une action centripète d'un nerf sensitif peut donner lieu à un mouvement réflexe. Dans le premier, l'action centripète devient en même temps sensation; dans le second, elle ne prend pas ce caractère, mais suffit pour provoquer la réflexion centrifuge.

L'opinion de Marshall Hall s'éloigne de la mienne et de celle de Whytt : elle est toute particulière. D'abord, ce physiologiste restreint les phénomènes de la réflexion aux seuls nerfs rachidiens, et exclut les nerfs sensitifs du cerveau. Suivant lui, la réflexion n'est jamais déterminée par une sensation, ni même par les nerfs sensitifs. Il admet des fibres nerveuses spéciales, pour lesquelles il a créé le nom d'*excito-motrices*, et il pense que l'action centrifuge qui caractérise les phénomènes réflectifs n'a pas lieu dans les nerfs moteurs soumis à la spontanéité, mais dans des fibres particulières, qu'il appelle réflecto-motrices. Des fibres sensitives et excito-motrices viennent des racines postérieures ; des fibres motrices soumises à la volonté et des fibres réflecto-motrices tirent leur origine des racines antérieures des nerfs rachidiens et des nerfs de la moelle allongée. Le nerf vague doit être aussi considéré, non comme spécialement sensitif, mais comme excito-moteur, parce que, suivant Marshall Hall et Broughton, sa section ne cause pas de douleurs et change les mouvements respiratoires. Ces vues sont développées dans le dernier ouvrage du physiologiste anglais. Volkmann les a combattues, et il a allégué, entre autres, que le nerf vague est réellement susceptible de sensations douloureuses.

CHAPITRE IV.

De la différence d'action entre les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs.

Les chapitres précédents ont été consacrés à analyser les phénomènes de sentiment et de mouvement dans les deux classes de nerfs, sans nul égard aux causes internes de la différence qui existe entre les deux ordres de phénomènes ; nous n'avions pas besoin d'entrer dans l'examen de ce problème pour exposer toutes les conséquences du théorème de Bell et les progrès que la physique des nerfs a faits dans la connaissance des mouvements associés, des sensations associées et des mouvements réflexes. Mais à partir de ce point commencent les difficultés, et l'on n'a pas de peine à voir quelles sont aujourd'hui les limites de la science. En quoi consiste la différence entre les nerfs de sentiment et de mouvement ? Tient-elle au mode et à la direction de la propagation, ou bien dépend-elle de la nature des parties d'où les nerfs viennent ou auxquelles ils se rendent ? Tous les nerfs sont-ils doués des mêmes qualités, et se ressemblent-ils quant à la faculté conductrice ? Ceux auxquels on donne le nom de sensitifs ne sont-ils privés du pouvoir moteur, que parce qu'ils ne se répandent pas dans les muscles ? Les racines antérieures ne sont-elles motrices que parce que leurs fibres se trouvent en rapport avec des muscles ?

Plusieurs physiologistes ont essayé de réduire ainsi le problème à sa plus simple expression (1). Je crois devoir rappeler ici trois faits : 1° que les rameaux musculaires de la troisième branche du trijumeau reçoivent un faisceau de la portion

(1) *Voy.* le mémoire d'un anonyme dans Roser et Wunderlich, *Archiv fuer physiologische Heilkunde*, t. I, 1842, p. 295. J.-G. Arnold a écrit là-dessus un mémoire spécial.

sensitive de ce dernier, ce qui n'est indubitablement pas sans but; 2° que le nerf lingual s'anastomose avec des branches de l'hypoglosse destinées aux fibres charnues de la langue, sans cependant avoir aucune influence sur les mouvements de cet organe; 3° que, quand on coupe, sur une grenouille, d'un côté, les racines postérieures des nerfs rachidiens, et de l'autre côté, les racines antérieures, on abolit le sentiment dans une moitié du corps et le mouvement dans l'autre: l'amputation des pattes de ce côté devenu insensible ne m'a montré aucun vestige de sensibilité, et, si les muscles l'avaient perdue, il paraît que c'était par la paralysie des racines postérieures.

Sans considérer cette question comme résolue, on voit que le problème principal, celui de la propagation dans les deux classes de nerfs, est tout à fait différent, puisqu'il s'agit de savoir si les fibres nerveuses propagent en tous sens les états dans lesquels elles peuvent se trouver, ou si cette propagation n'a lieu que de la périphérie au centre dans les nerfs sensitifs, du centre à la périphérie dans les nerfs moteurs. C'est ainsi que j'ai posé la question dans les précédentes éditions de ce Manuel, et nous devons convenir que la science en est demeurée au même point, que nos incertitudes n'ont pas diminué. Les effets périphériques de nerfs sensitifs, tels que le lacrymal, l'influence de la section du trijumeau sur la nutrition de l'œil (qui s'enflamme suivant Magendie), l'effet des nerfs provenant d'une même source sur la sécrétion salivaire, sont des phénomènes d'une haute portée; mais on ne saurait en faire usage dans le cas dont il s'agit ici; car, pour ce qui les concerne, il pourrait très bien se faire que des fibres nerveuses d'une tout autre espèce entrassent aussi en jeu, et qu'aux fibres nerveuses principales s'en joignissent d'autres provenant de ganglions des nerfs sensitifs ou de ganglions du grand sympathique.

On sait que, pour ce qui concerne les nerfs des muscles, l'action n'a jamais lieu que dans le sens de leurs ramifications; que les muscles dont les branches nerveuses naissent du tronc, au-dessus du point sur lequel porte l'irritation, ne se contractent pas, et qu'au contraire l'effet s'étend à tous ceux dont les nerfs prennent leur origine au-dessous de ce point. Ce fait semble prouver que l'action nerveuse suit uniquement la direction du centre à la périphérie, ou du tronc vers les branches, dans les nerfs moteurs. Mais on peut très bien le démontrer aussi d'une manière directe. L'anatomie microscopique des nerfs nous apprend que les fibres primitives ne s'unissent point dans les troncs, qu'en conséquence un tronc nerveux n'est que l'ensemble de toutes les fibres primitives, en nombre infini, qui se déploient dans ses branches. Les fibres primitives, qui se détachent du tronc à des hauteurs différentes, n'ont donc aucune connexion les unes avec les autres dans son intérieur, et les fibres motrices marchent séparées jusqu'à la moelle épinière ou au cerveau, de sorte que l'irritation exercée sur une branche ne peut, s'il y a un effet rétrograde, affecter en même temps aucune partie du tronc, et que cet effet rétrograde se borne à celles des fibres primitives de la branche irritée qui parcourent le tronc, sans s'y unir avec aucune autre, pour aller gagner le cerveau ou la moelle épinière. Donc, si, indépendamment de l'action dirigée vers les muscles, il y avait une autre action en sens inverse, c'est-à-dire des nerfs moteurs irrités en un point vers le cerveau et la moelle épinière, nous ne pourrions pas nous en apercevoir par des convulsions dans d'autres parties, puisque

les fibres d'un tronc n'ont de connexion avec aucune fibre des branches supérieures. Cet effet rétrograde peut aussi demeurer isolé dans la moelle épinière. Il en est de même des fibres sensitives irritées sur un point de leur longueur. Les fibres sensitives ne procurent des sensations que quand leur communication avec la moelle épinière et le cerveau est intacte. On pourrait conclure de là qu'elles ne jouissent que d'une action centripète ; mais cette conclusion serait tout aussi vicieuse ; car il n'y a que le courant centripète qui puisse parvenir à la conscience, lui seul étant senti par l'organe central, et le courant en sens inverse dans les fibres sensibles ne saurait arriver à la conscience, en supposant qu'il eût lieu réellement.

Comme les nerfs sensitifs n'ont aucune influence sur les muscles, même lorsqu'ils s'y distribuent (par exemple, le nerf lingual dans la langue), il est de toute évidence que les nerfs moteurs seuls sont en conflit avec les organes musculaires. Mais cela peut dépendre tout aussi bien d'une qualité exclusivement propre aux nerfs moteurs que d'une direction centrifuge de l'action nerveuse qui aurait lieu dans ces nerfs seulement (1).

L'expérience suivante, qui n'est assurément pas décisive, ne pouvait être citée par moi-même que comme un exemple de la manière dont on doit s'y prendre pour traiter la question par la voie expérimentale. La moelle épinière devient tellement irritable chez les grenouilles qui ont été empoisonnées avec de l'opium, que tout ébranlement, quelque léger qu'il soit, par exemple un petit coup frappé sur la table, ou l'impulsion donnée à une patte qu'on soulève et qu'on laisse ensuite retomber, suffit pour déterminer des convulsions du corps entier. Ce phénomène est produit non seulement par tout ébranlement imprimé à la moelle épinière elle-même, mais encore par toute sensation purement locale qui se propage jusqu'à elle. Ce fait posé, je voulus couper les racines postérieures ou sensitives des nerfs d'une des pattes de derrière d'une grenouille, empoisonner ensuite l'animal, et voir si les nerfs de cette patte, qui tenaient encore à la moelle épinière par les racines antérieures ou motrices, seraient capables, lorsque je les irriterais, de transmettre, aussi bien que les nerfs sensitifs, cette irritation à la moelle épinière, irritée elle-même au plus haut degré, et si, par conséquent, l'irritation d'un nerf de mouvement pouvait, en retournant sur elle-même dans une partie privée de sentiment, déterminer des convulsions générales chez une grenouille empoisonnée. Le résultat de l'expérience répétée à plusieurs reprises fut négatif. Les convulsions n'ont point lieu quand on irrite les nerfs moteurs sans donner la moindre secousse au corps de l'animal, comme, par exemple, quand on coupe un nerf avec des ciseaux ; il en est de même, toutes précautions égales d'ailleurs, si l'on se sert d'une aiguille ou de pinces pour irriter mécaniquement le nerf (2).

(1) Longet (*Examinateur médical*, juillet 1841), ayant eu l'idée d'isoler les nerfs du sentiment de ceux du mouvement, à l'effet de rechercher l'importance relative de leur action sur l'irritabilité musculaire, est arrivé à des résultats nouveaux et intéressants au point de vue de la physiologie et de la pathologie. Ces résultats ont été exposés plus haut, p. 592.

(*Note du trad.*)

(2) Lorsqu'on veut bien faire cette expérience, il faut commencer par introduire le poison, et, dès que ses premiers effets viennent à se manifester, c'est-à-dire dès que l'animal commence à éprouver des convulsions quand on frappe sur la table, on ouvre rapidement le rachis, puis on

Quoiqu'il semble découler de cette expérience qu'après la section des racines postérieures, chez un animal narcotisé, les racines antérieures sont incapables de solliciter la moelle épinière à provoquer des phénomènes de réflexion, cependant elle n'autorise point encore à admettre que les racines motrices n'ont d'aptitude qu'à transmettre l'action nerveuse dans une direction centrifuge.

Les phénomènes électriques des nerfs pourraient fournir d'utiles renseignements à cet égard, si on les étudiait, non pas seulement dans des nerfs mixtes, comme il a été fait jusqu'ici, mais dans des nerfs purement sensitifs, tels que le lingual et autres, et surtout si l'on recherchait alors quelle est la direction du courant. Les nerfs mixtes, c'est-à-dire ceux dans la composition desquels il entre des fibres sensitives et des fibres motrices, ne peuvent, en supposant qu'il y ait en eux des courants opposés, donner des indices de courant qu'autant que l'équilibre des courants est rompu par l'inégalité du nombre des fibres.

Si la première question n'est pas susceptible d'une solution certaine, il est encore bien moins possible de prouver que les conducteurs centripète et centrifuge forment un cercle dans lequel le fluide nerveux marche incessamment des parties centrales vers les nerfs moteurs, des extrémités desquels il revient aux parties centrales par les nerfs de sentiment. On pourrait sans doute concevoir la vie liée à une circulation continuelle du fluide nerveux, circulation soustraite à tous nos moyens d'investigation, de laquelle dépendraient et le jeu continuel, mais insensible, des fibres musculaires dans l'état apparent du repos, et l'équilibre que se font les différents muscles, et le sentiment vague dont toutes les parties du corps sont douées chez l'homme en santé. Mais plusieurs circonstances rendent fort invraisemblable cette hypothèse d'une circulation ou d'une oscillation du fluide nerveux dans les deux classes de conducteurs. Il y a longtemps déjà que nous avons engagé les physiologistes à s'en défier, et cela au moment même où nous disions qu'il était possible qu'elle se présentât à l'esprit. Cependant, comme elle a été accueillie par quelques auteurs, notamment par Carus, nous allons rapporter les arguments qui lui enlèvent toute probabilité.

Magendie a exposé, il y a quelques années, dans ses *Leçons sur la physiologie du système nerveux*, des expériences d'après lesquelles les racines antérieures ou motrices seraient en même temps sensitives. L'effet sensitif ne se montrait pas en elles dirigé de la périphérie au centre, comme dans les racines postérieures; mais, quand on les avait coupées, leur bout central, celui qui tenait encore à la moelle épinière, était complétement insensible, tandis que l'autre bout se montrait fort sensible, et cela aussi longtemps que les racines postérieures tenaient encore à la moelle épinière; car, aussitôt qu'on coupait celles-ci, tout sentiment s'éteignait

coupe les troncs des racines postérieures des nerfs d'une des pattes de derrière, en laissant intactes celles du côté opposé ; après quoi on dissèque aussi promptement que possible le nerf crural des deux côtés, et on le coupe au-dessus du genou, de manière qu'il pende hors de la cuisse. De cette manière, la grenouille est préparée convenablement, tandis que, si l'on ouvre le rachis avant de lui faire prendre du poison, la perte du sang est si considérable, que la substance vénéneuse ne peut plus ensuite être résorbée en quantité suffisante. Du reste, l'expérience présente des difficultés, et il faut la répéter jusqu'à ce qu'elle donne un résultat bien net. On ne doit pas non plus employer une dose trop forte de poison, dans la crainte que la paralysie ne survienne trop promptement. Le meilleur est l'opium, car la noix vomique amène trop tôt l'état paralytique.

dans le bout périphérique des racines motrices. De là on conclut qu'il doit y avoir des filets contournés en anses qui passent d'une racine à l'autre, soit peu après leur réunion en un seul nerf, soit plus loin. L'incertitude à l'égard d'un point si important tourmentait jusqu'à un certain point les hommes jaloux de voir la science faire des progrès réels, lorsqu'enfin Longet, qui avait contribué aux expériences d'où l'on déduisait la sensibilité des racines antérieures en direction périphérique, annonça, d'après de nouvelles recherches, que ce prétendu fait reposait sur une pure illusion.

Réfuter par des expériences la circulation du fluide nerveux des racines antérieures dans les racines postérieures, serait aussi difficile que de chercher à en donner une démonstration positive; par conséquent, la science resterait, pour longtemps peut-être, encombrée d'hypothèses, dont elle n'a déjà que trop à offrir, s'il n'y avait pas heureusement une autre voie, celle des faits anatomiques, qui peut conduire sûrement à la solution du problème.

Les nerfs sensoriels à une seule racine, l'olfactif, l'optique et l'acoustique, pouvaient déjà soulever des doutes contre la justesse de l'hypothèse en question, car il n'y aurait point en eux de circulation du fluide nerveux, ou l'on serait obligé d'admettre qu'indépendamment des fibres sensitives, ils renferment tout autant de fibres à effets centrifuges, qui ne provoquent pas de mouvement par la seule raison qu'elles ne se terminent point dans les muscles. Mais il est facile de concevoir que, pour arriver à des données certaines, on doit transporter la question sur le terrain des nerfs à double racine. Le nerf trijumeau convient très bien pour cela. Si ce sont les fibres motrices et les fibres sensitives qui se continuent les unes avec les autres, à la périphérie, le nombre des filets radiculaires entrants doit correspondre à celui des filets radiculaires sortants, ou bien, si cette correspondance n'a pas lieu, comme dans le nerf trijumeau, où la racine sensitive est beaucoup plus grosse que la racine motrice, il faut aller chercher les filets radiculaires moteurs absents dans d'autres nerfs moteurs qui viennent se joindre au trijumeau pendant son trajet. Comme les branches du trijumeau s'anastomosent très souvent, à la face, avec le nerf facial, qui est moteur, et qu'à la langue, sa branche sensitive linguale s'unit avec l'hypoglosse, qui est également moteur, la compensation semble au premier coup d'œil exister réellement. Mais l'analyse de la seconde et de la troisième branche du trijumeau montre que l'hypothèse d'une circulation des filets moteurs aux filets sensitifs est insoutenable.

On sait que la seconde branche du trijumeau émane uniquement de la racine sensitive et ganglionnaire de ce nerf. Or, elle s'anastomose bien avec le nerf facial par le moyen du nerf vidien superficiel; mais cette anastomose est si grêle qu'on peut sans nul inconvénient la considérer ici comme non avenue. De la seconde branche naît le nerf sous-orbitaire, qui est purement sensitif : à la vérité, ce nerf s'unit bien, au moment de son apparition à la face, avec quelques ramifications du facial; mais, chez le cheval, il est si gros, que son volume dépasserait au moins six fois celui du facial entier, d'où, pour satisfaire aux exigences de l'hypothèse, on serait obligé de faire dériver ses fibres centrifuges : les fibres primitives des deux espèces ayant la même épaisseur, ce nerf contiendrait donc environ cinq sixièmes de fibres nerveuses, qui ne seraient point unies en anse avec des fibres motrices.

Considérons maintenant les nerfs dentaires supérieurs, émanés de la seconde branche du trijumeau, branche purement sensitive. Les nerfs dentaires antérieurs viennent du sous-orbitaire, dans l'intérieur de son canal, et avant qu'il arrive à la face. Les nerfs dentaires supérieurs ne s'unissent avec aucun nerf : ils ne s'anastomosent qu'entre eux, savoir, les antérieurs avec les postérieurs ; tous sont donc composés uniquement de fibres sensitives, de fibres nerveuses provenant de la racine ganglionnaire du trijumeau, et qui n'ont pas de complément moteur.

Il en est de même du nerf nasal, qui naît de la seconde branche, purement sensitive, du trijumeau.

Les deux racines du trijumeau concourent à former la troisième branche de ce nerf. La portion qui vient de la racine ganglionnaire est au moins quatre fois aussi grosse que la racine motrice, et contient au moins quatre fois autant de fibres primitives. Les compléments moteurs pour la formation des anses ne pourraient être cherchés que dans l'anastomose de la branche linguale avec la corde du tympan (provenant du facial) et avec le grand hypoglosse, et dans celle du rameau alvéolaire inférieur avec le facial par le moyen du nerf mentonnier ; mais ces anastomoses sont très grêles, proportion gardée, et elles ne présentent pas la dixième partie des compléments moteurs qui manquent à la troisième branche du trijumeau.

Les fibres des deux racines qui passent dans le tronc de la troisième branche se mêlent en partie ensemble ; mais les motrices vont toutes aux nerfs massétérins, qui accompagnent quelques faisceaux sensitifs. Or, les fibres motrices des nerfs massétérins n'ont pas assez de compléments sensitifs pour la formation des anses. Quant à la portion sensitive de la troisième branche du trijumeau, elle ne renferme pour ainsi dire pas de fibres motrices. Que maintenant on considère le gros nerf dentaire inférieur, qui, à partir du trou alvéolaire postérieur, est purement sensitif, et qui émane tout entier de la racine sensitive, la plus grande partie de ce nerf reste dans la mâchoire inférieure et dans les dents, et atteint son extrémité sans avoir de compléments moteurs.

Les mêmes remarques s'appliquent enfin au rameau lingual, qui est exclusivement sensitif : il ne s'y joint qu'une quantité proportionnellement très petite de fibres du facial, constituant la corde du tympan, et il y en a aussi une petite partie qui échange des fibres, en matière de plexus, avec l'hypoglosse.

De tout ce qui précède, il résulte que l'hypothèse d'une circulation nerveuse ayant les racines motrices pour point de départ et revenant par les racines sensitives, n'a pas la moindre vraisemblance. On doit plutôt regarder comme une chose certaine que les anses terminales qui, dans les muscles et les membranes, existent entre les fibres primitives, deux à deux, sont composées de compléments homogènes d'une seule et même racine, proposition fort importante pour les progrès futurs de la physique des nerfs (1).

(1) M. Cl. Bernard (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXV, p. 104) a recherché les causes qui augmentent ou diminuent l'intensité de la sensibilité récurrente. En 1839, M. Magendie découvrit, dans les racines rachidiennes antérieures, une sensibilité toute spéciale semblant provenir de la périphérie du corps, et à laquelle il donna le nom de *sensibilité en retour* ou de *sensibilité récurrente*, pour la distinguer de la sensibilité des racines rachidiennes postérieures, qui émane directement de la moelle épinière. En analysant les phénomènes, M. Magendie a montré que cette sensibilité récurrente est transmise à la racine rachidienne antérieure par la

CHAPITRE V.

:s lois de l'action et de la propagation dans le nerf grand sympathique.

Nos connaissances à l'égard de la mécanique du nerf grand sympathique sont core très incomplètes. C'est à peine si la physiologie s'est élevée, à cet égard, squ'à imaginer quelques hypothèses, dont aucune ne saurait être ni démontrée définitivement renversée.

:ine rachidienne postérieure correspondante, si bien qu'on constate une sorte de circuit de ısibilité entre les deux racines nerveuses. De son côté, M. Bernard a mis ce fait en évidence r un autre procédé, qui consiste à soumettre les animaux à l'éthérisation. On voit, à mesure e l'anesthésie se manifeste, les organes nerveux devenir insensibles dans l'ordre suivant : 1° la :ine antérieure ; 2° la peau ; 3° la racine postérieure ; 4° le faisceau postérieur de la moelle inière. Puis, quand on cesse l'éthérisation pour laisser l'animal revenir à son état normal, on it la sensibilité reparaître dans les organes nerveux d'une manière inverse, c'est-à-dire : 1° dans moelle ; 2° dans la racine postérieure ; 3° dans la peau ; 4° dans la racine antérieure. Enfin, ıand on épuise l'animal par des pertes de sang considérables ou par le procédé opératoire qu'on ıploie, on voit également la sensibilité s'éteindre, d'abord dans la racine antérieure, puis dans racine postérieure, de telle sorte que dans ces cas on pourra trouver les racines postérieures ıles douées de sensibilité. Le procédé que M. Bernard emploie pour démontrer la sensibilité currente consiste à affaiblir les animaux le moins possible, parce qu'il a observé que dans puisement des animaux, quelle qu'en soit la cause, la sensibilité *récurrente* (des racines anté- :ures) disparaît toujours avant la sensibilité *directe* (des racines postérieures). Ceci étant ıbli, il prend les animaux les plus vivaces. Il les opère en pleine digestion afin qu'ils suppor- ıt mieux la perte de sang. Il ouvre ensuite le canal vertébral dans la partie inférieure de la gion lombaire, en enlevant avec une petite scie à crête de coq, seulement d'un côté, un demi- c postérieur de deux vertèbres, de manière à mettre à découvert seulement deux paires rachi- ennes sur lesquelles on peut expérimenter. Chemin faisant, il tord ou lie les vaisseaux prin- paux pour diminuer la perte de sang. Quand l'opération est rapidement faite, on peut nstater la sensibilité récurrente immédiatement. Si l'opération a été longue et laborieuse, et ıe la plaie et les nerfs soient refroidis, il faut recoudre la plaie et attendre une heure ou une ·mi-heure que les parties se soient réchauffées, et que l'animal soit reposé. Alors on constate :ttement la sensibilité récurrente. En se mettant dans les conditions expérimentales indiquées dessus, M. Bernard a constamment trouvé la sensibilité récurrente ; et *constamment* aussi il observé qu'elle manquait en se plaçant dans des conditions expérimentales opposées.

M. Bernard (*Mémoires de la Société de biologie*, 1850) a mis à profit la sensibilité récur- nte, pour déterminer le caractère du nerf spinal. Il a eu pour but de rechercher d'où elle ovenait, et de reconnaître, par conséquent, quel était le nerf qui jouait le rôle d'une racine stérieure à l'égard du spinal. En effet, le caractère d'une racine antérieure rachidienne est posséder la sensibilité récurrente, et M. Bernard a démontré dans ce mémoire que dès son igine l'accessoire de Willis est doué de cette propriété. Le caractère d'une racine rachidienne stérieure est au contraire de fournir la sensibilité récurrente seulement à la racine antérieure rrespondante. Or, on comprendra dès lors que le nerf qui donnera la sensibilité récurrente au inal devra être regardé comme sa racine postérieure, puisqu'on constate que cette propriété ıysiologique lie en quelque sorte deux à deux les racines rachidiennes entre elles, pour consti- er ce qu'on appelle une paire nerveuse. Il a voulu, avec ce *criterium* nouveau, revenir sur tte ancienne question de savoir si le pneumo-gastrique doit être considéré comme la racine stérieure du spinal, ou, autrement dit, il a recherché si, en coupant le nerf pneumo-gas- ique, on fait disparaître la sensibilité récurrente du spinal, de la même manière qu'on éteint

Le seul moyen d'arriver à quelque chose de clair, est de comparer avec les phénomènes du nerf grand sympathique les faits qui nous sont connus relativement à la mécanique des nerfs cérébro-rachidiens, et de rechercher, par de nouvelles observations, jusqu'à quel point la mécanique de ce nerf diffère de celle des autres.

Ainsi nous aurions à examiner les questions suivantes : les effets des fibres du grand sympathique sont-ils séparés comme dans les nerfs cérébro-rachidiens, ou les fibres de ce nerf peuvent-elles se communiquer leurs effets à la faveur de connexions qui existent entre elles? L'irradiation de l'influence motrice et la coïncidence des sensations constituent-elles l'état de choses normal dans ce nerf? Les ganglions sont-ils des multiplicateurs de l'influence nerveuse, et, en quelque sorte, de petits centres nerveux indépendants des points d'irradiation? S'y opère-t-il une réflexion de l'influence nerveuse dans certaines directions? Est-ce à eux qu'il faut s'en prendre si les sensations sont confuses et vagues? Sont-ils des organes d'irradiation ou de mélange des sensations, ou seulement des demi-conducteurs qui empêchent les impressions sensitives d'agir sur le cerveau et la moelle épinière, et la volonté d'exercer son empire sur les parties soumises au grand sympathique? Ou bien leur destination se rapporterait-elle plutôt à l'influence organique du grand sympathique, ou eux-mêmes seraient-ils de petits centres nerveux d'où part en rayonnant l'influence nerveuse qui préside aux opérations de la chimie organique? L'effet est-il centripète ou centrifuge dans les nerfs organiques, ou bien se répand-il dans tous les sens à partir du point irrité?

Malheureusement il nous est impossible pour le moment de faire une réponse précise à aucune de ces questions. Les seules données certaines que nous avons sur les effets du grand sympathique, sont placées jusqu'à un certain point en dehors des notions requises pour en obtenir la solution, et nous n'en possédons surtout pas une seule qui nous permette, soit d'appuyer, soit de réfuter aucune des hypothèses relatives aux ganglions.

Le cordon qui marque la limite du grand sympathique est sans contredit d'une haute importance pour le système entier de ce nerf, puisque c'est là que les filets radiculaires des nerfs cérébraux et rachidiens se réunissent pour s'étaler ensuite en rayonnant. Cependant les filets de jonction entre les ganglions ne paraissent pas être absolument nécessaires à l'activité du grand sympathique ; du moins les expé-

cette propriété dans une racine rachidienne antérieure en coupant la racine postérieure qui lui correspond. Les expériences lui ont appris qu'il n'en est rien, et que par conséquent le pneumo-gastrique et le spinal ne constituent pas à eux deux une paire rachidienne.

Le nerf spinal, si exceptionnel par ses origines multipliées à la moelle épinière, présente également une anomalie remarquable quant à sa sensibilité récurrente. Au lieu de tenir cette propriété d'un seul nerf, il l'emprunte, ainsi que les expériences de M. Bernard le font voir, aux racines postérieures des trois ou quatre premières paires cervicales chez le chien ; de sorte qu'à ce point de vue, le nerf accessoire de Willis doit être considéré comme une racine antérieure multiple, surajoutée aux trois ou quatre premières paires rachidiennes cervicales.

Dans une note (*Société philomatique. Journal de l'Institut*, 8 juillet 1847), M. Bernard a eu pour but d'établir que, chez quelques animaux (chiens, chats), les phénomènes de sensibilité sans conscience (mouvements réflexes) et de sensibilité récurrente se développent ou s'éteignent sous l'influence de conditions qui sont absolument les mêmes pour les deux ordres de phénomènes nerveux. É. L.

iences de Pommer sur les animaux ont-elles fait voir que le nerf pouvait être coupé es deux côtés, entre le premier et le second ganglion du cou, sans qu'il s'ensuivît ucune conséquence remarquable pendant les sept ou huit semaines que les ani-naux demeuraient en observation (1). On doit également tirer de là cette consé-uence que la portion céphalique du grand sympathique peut être isolée de la ortion thoracique sans qu'il en résulte rien de nuisible pour la vie, car le gan-lion cervical inférieur et la portion thoracique du nerf reçoivent moins des nerfs érébraux que des nerfs rachidiens, avec lesquels ils communiquent, le principe erveux qui y afflue des parties centrales du système nerveux.

Effets du nerf grand sympathique dans les mouvements involontaires.

I. *Aucune des parties soumises au nerf grand sympathique n'est susceptible de nouvements volontaires.*

Le cœur, le canal intestinal, les conduits excréteurs des glandes, la matrice, les ésicules séminales, en fournissent des exemples. Il semble même, au premier bord, qu'un nerf cérébro-rachidien qui contracte des anastomoses multipliées vec le grand sympathique perd son influence volontaire, comme il arrive, par xemple, à la partie inférieure du nerf vague. L'œsophage n'a que des mouve-nents involontaires, quoique ceux du pharynx puissent obéir aux impulsions de ı volonté. La vessie reçoit deux sortes de nerfs provenant, les uns des sacrés, et les utres du plexus hypogastrique. Cette disposition s'accorde avec les phénomènes itaux qu'elle présente. L'influence de la volonté sur cet organe est très faible.

D'un autre côté, tous les muscles qui ne reçoivent que des nerfs cérébro-rachi-iens sont susceptibles de mouvements volontaires. Il est des hommes, et je suis u nombre, qui meuvent à volonté les petits muscles de l'oreille, et il en est aussi ui possèdent le même empire sur le muscle crémaster, continuation de l'oblique iterne et du transverse, quoiqu'un très grand nombre de personnes ne puissent xercer aucune influence sur les mouvements de ces organes.

II. *Les parties auxquelles le nerf grand sympathique distribue ses filets con-nuent encore de se mouvoir, mais à un plus faible degré, lorsqu'on a détruit urs connexions naturelles avec le reste du sympathique, et qu'elles ont été sépa-'es de l'organisme.*

Le cœur, séparé du corps, bat encore pendant longtemps; ses battements du-nt même plusieurs heures chez les reptiles. Le canal intestinal, traité de la même anière, continue ses mouvements péristaltiques. On a vu l'oviducte excisé d'une rtue se débarrasser encore de son contenu.

III. *De là vient que toutes les parties mobiles auxquelles se rend le nerf grand mpathique sont indépendantes jusqu'à un certain point du cerveau et de la oelle épinière.*

Non seulement le cœur bat pendant longtemps, bien que d'une manière faible, rès la destruction du cerveau et de la moelle épinière, mais encore il y a des emples constatés d'embryons chez lesquels ces deux derniers organes ont subi ıe lente destruction dans l'œuf, sans que la vie s'éteignît (2).

(1) POMMER, *Beitrage zur Natur-und Heilkunde*. Heilbronn, 1831.

(2) *Voy.* ESCHRICHT, dans MUELLER's *Archiv*, 1834, p. 268.

IV. *Cependant les organes centraux du système nerveux exercent une influence active sur le grand sympathique et sa puissance motrice.*

Il résulte des expériences de Wilson et d'autres physiologistes, que, si les mouvements des parties auxquelles le grand sympathique se distribue ne cessent pas sur-le-champ après la destruction subite du cerveau et de la moelle épinière, on peut cependant changer le mode et la vélocité des battements du cœur en blessant et irritant ces organes. L'effet des passions est beaucoup plus rapide.

V. *D'après les expériences de Wilson Philip, ce ne sont pas seulement telles ou telles parties du cerveau et de la moelle épinière qui influent sur telles ou telles parties du système sympathique et des organes placés sous sa dépendance, comme le cœur, entre autres; mais encore le cerveau en totalité et la moelle épinière entière, ou toute étendue quelconque de celle-ci, peuvent modifier les mouvements du cœur.*

L'irritation de certaines parties de la moelle épinière ne détermine jamais immédiatement que les mouvements de certains muscles, de ceux dont les nerfs proviennent de ces parties, tandis que, pour ce qui concerne les mouvements soustraits à la volonté, toute partie quelconque de la moelle épinière semble pouvoir agir sur le nerf ganglionnaire. Cette différence, qui d'ailleurs n'est point encore suffisamment établie, se prêterait à deux explications. En effet, on peut regarder ou la moelle épinière ou le nerf ganglionnaire lui-même comme cause de l'irradiation. Dans le premier cas, les fibres du nerf ganglionnaire qui parviennent au cœur demeurent sans conflit avec les fibres nerveuses d'autres parties, et la propagation de l'irradiation a lieu dans la moelle épinière elle-même, de sorte qu'à partir de celle-ci, les fibres nerveuses de différentes parties entrent simultanément en action. Dans le second cas, les ganglions sont considérés comme la cause du conflit. Nous sommes forcés d'avouer que jusqu'ici nous ne possédons pas encore d'expériences directes certaines pour résoudre ces importantes questions.

Ayant coupé le nerf splanchnique d'un lapin, j'en galvanisai, avec une pile de soixante-cinq paires de plaques, l'extrémité périphérique, que j'avais isolée en la plaçant sur une plaque de verre. Il s'ensuivit un accroissement des mouvements péristaltiques de l'intestin. On peut donc conclure de là que ce nerf influe sur le canal intestinal entier, et non pas seulement sur une de ses parties. Le même effet avait lieu lorsque je versais de la potasse caustique sur le ganglion cœliaque d'un lapin, auquel j'avais mis à découvert le canal intestinal, dont les mouvements, d'abord accélérés par l'influence de l'air, étaient déjà redevenus très faibles; ces mouvements reprenaient sur-le-champ une grande vivacité.

VI. *Les contractions que déterminent, dans les organes qui dépendent du grand sympathique, les irritations de ces organes eux-mêmes ou de leurs nerfs, ne sont pas passagères et momentanées; ce sont, ou des contractions qui persistent pendant un certain laps de temps, ou des modifications prolongées des mouvements rhythmiques ordinaires, de sorte qu'ici la réaction l'emporte de beaucoup en durée sur l'irritation.*

Le mouvement du principe nerveux est donc plus lent dans le grand sympathique, et on peut l'y mesurer. Lorsqu'après avoir ouvert le ventre d'un animal, on fait agir une irritation chimique, mécanique ou galvanique, sur un point quelconque de l'intestin, la contraction s'opère avec lenteur, et souvent elle n'arrive à

on maximum d'intensité que quand la cause a depuis longtemps cessé d'agir. Le œur offre le même phénomène que l'intestin, mais d'une autre manière; à des contractions continues, non périodiques, une irritation passagère substitue une série continue de battements périodiques. Le cœur est accessible aux irritations tant mécaniques que galvaniques. Humboldt a vu le galvanisme faire entrer le cœur des grenouilles en convulsion, observation que j'ai répétée depuis. Mais l'irritation galvanique n'agit pas toujours instantanément sur la contractilité du cœur, et, dans beaucoup de cas, il lui arrive seulement de changer le nombre des battements subséquents. Les irritations mécaniques ne provoquent pas non plus sur-le-champ les contractions d'un cœur qui bat avec lenteur; fréquemment, elles ne produisent cet effet qu'au bout de quelques heures; mais elles agissent évidemment sur le cœur d'une grenouille qui ne tient plus au corps de l'animal, et qui, depuis longtemps déjà, n'a plus battu. Il se passe donc ici la même chose qu'au canal intestinal; la contraction ne commence parfois que quelque temps après l'irritation, et dure plus qu'elle. Mais ce qui distingue le cœur, c'est qu'une irritation passagère, au lieu de le solliciter à une contraction soutenue, comme elle fait pour l'intestin, change seulement la série entière des pulsations suivantes. Quand le cœur d'un animal a battu pendant longtemps toutes les quatre à cinq secondes, l'action d'une irritation passagère le fait battre, également pendant longtemps, d'après une autre période, par exemple, toutes les secondes ou toutes les deux secondes, et, lorsqu'il a cessé entièrement de battre, une irritation passagère fait qu'il se contracte, non pas une fois, mais quatre fois, durant une certaine période. Il en est donc pour lui absolument de même que pour d'autres parties musculeuses dépendantes du grand sympathique, l'intestin, par exemple, avec cette différence que la réaction soutenue qui succède à des irritations passagères de l'intestin, du canal cholédoque, du sphincter de la vessie, ne se partage point en convulsions périodiques, mais affecte un type continu, au lieu que, pour le cœur, elle se divise en convulsions périodiques, dont les périodes varient. Le même phénomène s'observe quand on applique les irritants, non sur les muscles, mais sur le grand sympathique. Si, après avoir ouvert un animal et attendu que les battements du cœur se fussent ralentis, on venait à galvaniser le grand nerf cardiaque, les battements redevenaient plus rapides, mais le nouveau type qu'ils avaient acquis ainsi survivait à l'irritation; la remarque a été faite par Humboldt et par Burdach. Quand j'irritais le nerf splanchnique du lapin, dans l'expérience précitée, le mouvement plus rapide et plus fort de tous les intestins persistait pendant fort longtemps, quoique l'irritation n'eût été que passagère.

VII. *La cause première des mouvements involontaires et de leur type n'est ni dans le cerveau ni dans la moelle épinière, mais dans le nerf grand sympathique; toutefois, ces mouvements conservent leur caractère, même sans l'influence des ganglions, et même lorsque le nerf sympathique appartenant à un organe a été détruit jusqu'aux branches qui se distribuent à ce dernier, et dont le conflit avec les fibres musculaires paraît suffire à lui seul pour les entretenir.*

On sait que le cœur d'un animal n'en continue pas moins de se contracter d'une manière rhythmique, quoiqu'il ait été détaché du corps et qu'il soit vide de sang, et que ses mouvements durent ainsi pendant plusieurs heures chez la grenouille. Il suit de là que la cause du rhythme ne saurait être dans les alternatives

d'affluence et de départ du sang, et qu'elle réside dans l'organe lui-même. Or, comme dans toutes les autres parties mobiles, le mouvement du muscle dépend constamment de l'innervation, et comme aussi, d'après les expériences que j'ai faites avec Sticker, la force motrice des muscles s'éteint avec l'irritabilité des nerfs, la cause des mouvements rhythmiques des ventricules et des oreillettes du cœur, ainsi que celle des mouvements péristaltiques du canal intestinal, dépend, en dernière analyse, du conflit entre les nerfs sympathiques et les parties musculeuses, et d'un courant du principe nerveux agissant périodiquement dans le grand sympathique. On pourrait ici se figurer l'action des nerfs continue et celle des muscles périodique, en tant que l'irritabilité de ces derniers pour le courant du principe nerveux serait modifiée par leur contraction; mais cette hypothèse serait certainement inexacte; car on n'entrevoit pas pourquoi le cœur perdrait et recouvrerait à chaque instant sa faculté d'être impressionné par un courant non interrompu du principe nerveux, puisque les muscles soumis à la volonté la conservent pendant longtemps lorsqu'ils exécutent un mouvement de très longue durée.

De ce que des parties douées du mouvement involontaire, comme le cœur et le canal intestinal, conservent, après avoir été détachées du corps, le type de leur mouvement rhythmique ou péristaltique, il suit bien évidemment que ce type est indépendant du cerveau et de la moelle épinière, et nous venons de prouver qu'il a sa source dans le nerf grand sympathique lui-même. Mais il nous reste à démontrer la seconde partie de la proposition que nous avons mise en avant, celle que les troncs et les ganglions ne sont pas non plus nécessaires au maintien du type des mouvements involontaires, et que les dernières ramifications du grand sympathique sont aptes aussi à le régler. La présence des troncs des nerfs cardiaques n'est nullement nécessaire à l'entretien des mouvements du cœur, puisque le cœur de la grenouille continue encore de battre périodiquement après qu'on en a retranché toute la base, c'est-à-dire coupé les oreillettes jusqu'aux ventricules. De même, les mouvements péristaltiques du canal intestinal persistent non seulement lorsqu'on sépare du tronc l'intestin avec le mésentère et le plexus nerveux ganglionnaire, mais encore quand on isole l'intestin lui-même de ce plexus, en le coupant au niveau de l'insertion du mésentère. Dans ce cas, il ne reste plus que les ramifications périphériques intérieures envoyées par le nerf grand sympathique au cœur et à l'intestin, et cependant ces organes n'en continuent pas moins pendant longtemps de se mouvoir avec leur type ordinaire. La cause de ces phénomènes tient sans doute aux petits ganglions périphériques que Remak a découverts sur les branches nerveuses qui se répandent dans la substance du cœur (1).

VIII. *Quelque certain qu'il soit, d'après ces observations, que les ramifications extrêmes et les plus déliées du nerf grand sympathique peuvent encore régler les mouvements des parties non soumises à l'empire de la volonté, cependant, non seulement le cerveau et la moelle épinière, mais encore les ganglions eux-mêmes, quand ils sont irrités, exercent la plus puissante influence sur le mode de ces mouvements, tant que les organes sont liés avec eux par des nerfs. Le cerveau et la moelle épinière doivent aussi être considérés comme la source de l'activité du nerf grand sympathique, celle sans laquelle cette activité s'épuiserait bientôt.*

(1) *Voy.* la figure de ces ganglions dans MUELLER's *Archiv*, 1844, tab. XII. — BIDDER, *ibid.*, p. 359. — VOLKMANN, *ibid.*, p. 419.

On n'ignore pas que toutes les passions modifient les battements du cœur, et que les irritations de la moelle épinière changent également les mouvements du canal intestinal. Les parties centrales du système nerveux doivent aussi être considérées comme la source de l'influence durable du principe nerveux sur les parties dont le mouvement n'obéit pas aux déterminations de la volonté, puisque la mobilité du canal intestinal diminue et que cet organe est frappé de paresse dans les paralysies de la moelle épinière. L'irritation des ganglions eux-mêmes agit aussi sur tous les nerfs qui en émanent pour aller se rendre à des parties douées de mouvement involontaire, comme le démontrent les expériences suivantes. J'ai déjà dit plus haut que j'étais parvenu à accélérer le mouvement péristaltique de tout le canal intestinal en coupant le nerf splanchnique d'un lapin, et galvanisant le bout qui se rendait au ganglion cœliaque, après l'avoir posé sur une plaque de verre. On pourrait objecter contre cette expérience que le fluide galvanique de soixante-cinq paires de plaques était beaucoup trop fort, et que, par cette seule raison, il avait pu, traversant les parties animales comme de simples conducteurs humides, sauter sur l'intestin, et ne pas produire en conséquence d'autre effet que celui qui eût été obtenu en galvanisant l'intestin lui-même. Cependant j'ai fait, depuis, quelques autres expériences qui m'ont donné des résultats décisifs. J'ai mis à découvert tout le canal intestinal d'un lapin, et en même temps le ganglion cœliaque. On sait qu'aussitôt que l'air atmosphérique frappe l'intestin d'un animal, les mouvements de cet organe deviennent très vifs, qu'ils conservent ce caractère pendant quelque temps, et qu'ensuite ils diminuent peu à peu, jusqu'à ce qu'ils soient devenus très faibles. J'attendis ce moment, puis je touchai le ganglion cœliaque avec un petit morceau de potasse caustique; sur-le-champ les mouvements péristaltiques du canal intestinal reprirent de la vivacité. Cette expérience a été répétée avec un résultat tout aussi peu équivoque. Ainsi les ganglions sont capables, quand ils se trouvent irrités, de mettre le principe nerveux en activité jusque dans les plus petites branches du nerf sympathique qui se distribuent à des parties mobiles, quoique d'ailleurs leur ablation n'empêche pas l'action de ces parties en général de persister.

IX. *Des faits qui ont été exposés jusqu'ici, il suit que le nerf grand sympathique peut en quelque sorte être chargé par les parties centrales du système nerveux, le cerveau et la moelle épinière, comme sources du principe nerveux, mais qu'une fois qu'il a reçu cette charge, il la conserve, et continue de l'écouler à sa manière accoutumée, alors même que l'afflux vers lui du principe nerveux diminue et ne se renouvelle avec force qu'au bout d'un certain laps de temps. Ceci explique une partie des phénomènes du sommeil.*

Tandis que le *sensorium commune* est en grande partie inactif dans le sommeil, le mouvement du cœur et du canal intestinal continue sans subir de changement, ou du moins sans en éprouver un bien grand; car les organes dépendants du nerf grand sympathique sont indépendants du repos partiel et passager du *sensorium*, tant qu'ils sont encore chargés en quelque sorte de principe nerveux. Au contraire, le principe nerveux qui émane des parties centrales paraît affluer d'autant plus à la partie sympathique du système nerveux que les facultés sensorielles et intellectuelles n'en consomment plus, à cause des changements matériels qui s'opèrent dans les organes des sens et dans certaines parties du cerveau durant le sommeil.

De même, pendant la syncope, l'action du cœur est affaiblie, mais elle se maintient néanmoins à un bien plus haut degré que celle de toutes les parties qui reçoivent des nerfs cérébro-rachidiens. Il y a donc quelque chose qui, même après l'excision du cœur et de l'intestin, se manifeste en eux, moins sensiblement à la vérité, mais pendant un certain laps de temps encore. Mais, si le cerveau et la moelle épinière perdent trop la faculté d'être la source du principe nerveux, il n'y a plus de restauration possible à de grands intervalles, et le système sympathique tombe dans le cas qui est une fois par jour le partage du système des nerfs cérébro-rachidiens, c'est-à-dire dans le sommeil; alors survient un épuisement qui ne peut plus être réparé par d'ultérieures décharges; alors on voit paraître ce pouls fréquent, faible et à peine perceptible, qui annonce la mort à la fin des maladies aiguës (1).

X. *L'application locale des narcotiques sur le nerf grand sympathique ne détermine pas le narcotisme au loin dans les organes dont le mouvement n'obéit point à la volonté; mais ces organes peuvent être paralysés par la narcotisation des derniers filets du nerf grand sympathique qui se distribuent dans leur intérieur.*

Les choses se passent ici de la même manière absolument que dans les autres nerfs, ceux de l'appareil cérébro-rachidien, où l'application d'un narcotique ne va pas non plus au delà du nerf touché, dont elle éteint l'irritabilité. Cependant il y a ici, en ce qui concerne le cœur, une différence fort remarquable, et jusqu'à présent inexplicable, entre la surface extérieure et la surface interne de l'organe. Si l'on applique un narcotique, tel que l'opium pur ou l'extrait de noix vomique, à la surface externe du cœur, il paraît agir fort peu ou pas du tout, ou du moins n'agir qu'avec beaucoup de lenteur; les mouvements rhythmiques du cœur excisé de la grenouille persévèrent pendant très longtemps. Mais, si l'on met un peu d'opium ou d'extrait de noix vomique en contact avec la paroi interne des ventricules du cœur, l'organe s'arrête pour toujours sur-le-champ, parfois au bout de quelques secondes. C'est là une découverte importante de Henry (2), que j'ai fréquemment vérifiée. Ce fait donne en même temps une nouvelle preuve que la force motrice des muscles dépend de leur conflit avec les nerfs, et que sans ces derniers elle ne leur appartient point. Ici, nous avons de la peine à paralyser la force musculaire des couches superficielles du cœur par le moyen des narcotiques, tandis que l'application de ces substances à l'intérieur frappe de mort à la fois et les couches internes et les couches extérieures, phénomène qui ne saurait être attribué aux fibres musculaires elles-mêmes, et qui ne peut l'être qu'aux fibres nerveuses. On n'expliquerait pas non plus cette action rapide du poison narcotique, en disant que celui-ci pénètre promptement de dedans en dehors à travers les parois du cœur; car, lorsqu'on enlève les oreillettes du cœur de grenouille en totalité, comme je l'ai fait, et qu'on introduit un peu de poison dans le ventricule ouvert, la contraction qui survient après doit plutôt tendre à chasser la substance au dehors qu'à la faire pénétrer plus profondément, ce qui d'ailleurs ne peut avoir lieu par des vaisseaux. Au reste, cette observation remarquable explique aussi la

(1) *Comp.* Wilson Philip, *Philos. Trans.*, 1833. — Mueller, *Archiv*, 1834, p. 137.
(2) *Edinb. med. and surg. Journal*, 1832.

rapidité de l'empoisonnement par les narcotiques, une fois que le sang a amené la substance vénéneuse jusqu'au cœur.

XI. *Les lois de la réflexion que j'ai établies à l'occasion des nerfs cérébro-rachidiens s'appliquent aussi aux nerfs sympathiques, c'est-à-dire que des impressions sensitives vives dans les parties auxquelles se rendent des fibres du nerf grand sympathique peuvent, en se propageant à la moelle épinière, provoquer des mouvements dans les parties qui reçoivent leurs nerfs du système cérébro-rachidien.*

C'est ainsi que les irritations du canal intestinal, chez les enfants, déterminent des convulsions, parce qu'elles se transmettent du nerf grand sympathique à la moelle épinière, qui les réfléchit sur les nerfs cérébro-rachidiens. Ici se rapportent également les spasmes des muscles respirateurs qui accompagnent le vomissement, en tant que celui-ci est provoqué par des irritations dans le canal intestinal. Tous les spasmes qui ont pour cause des affections locales des organes du bas-ventre reconnaissent la même origine. Mais on peut aussi démontrer cette réflexion par une expérience directe : car j'ai plusieurs fois observé, sur des lapins, que, quand on piquait le nerf splanchnique soulevé avec des pinces, les muscles abdominaux du même côté éprouvaient des convulsions; j'ai dit que cette expérience n'avait pas réussi sur les chiens. Volkmann a observé des mouvements réflexes très étendus au tronc de grenouilles décapitées, dont il avait irrité les viscères.

XII. *Les impressions sensitives reçues par les parties dans lesquelles se distribue le nerf grand sympathique se réfléchissent aussi sur la moelle épinière et le cerveau, puis de là sur l'activité motrice du nerf sympathique lui-même, tout comme il arrive pour les nerfs cérébro-rachidiens, mais à un moindre degré.*

Nous en avons un exemple dans les fréquents besoins d'uriner, ou les contractions souvent renouvelées de la vessie, que détermine une urine douée de propriétés irritantes; car ici l'âcreté n'agit pas sur les fibres musculeuses de la poche urinaire, et son action immédiate ne porte que sur les nerfs sensitifs de la membrane muqueuse. A la même catégorie appartiennent les changements que le diamètre de la pupille éprouve dans divers états morbides du canal intestinal, les modifications que les battements du cœur subissent dans les maladies des organes abdominaux, le vomissement qui accompagne celles du foie, des reins, de la matrice, etc. Ces phénomènes ont été attribués à une action du nerf sympathique lui-même, sans concours du cerveau et de la moelle épinière; mais, comme tous ceux du même genre qui ont lieu dans le système des nerfs cérébro-rachidiens ont besoin des organes centraux, du cerveau et de la moelle épinière, pour que l'effet sensitif et l'effet moteur réflexe se manifestent, il est plus vraisemblable, du moins pour le moment, qu'en ce qui concerne les phénomènes réflexes dans les parties auxquelles aboutit le nerf grand sympathique, le cerveau et la moelle épinière sont également l'intermédiaire entre l'effet sensitif ou centripète et l'effet moteur ou centrifuge. Si l'on compare les phénomènes de réflexion qui ont lieu dans les nerfs cérébro-rachidiens avec ceux dans lesquels les parties qui reçoivent les ramifications du grand sympathique sont le siége de l'excitation primordiale et de l'excitation réflexe, on voit que les premiers surpassent de beaucoup les seconds

en vivacité, et qu'ils ont aussi plus de facilité à se développer. Combien, en effet, ne sont-ils pas fréquents, rapides et faciles à surgir, dans la toux, l'éternuement, le vomissement, etc. ! Combien ne sont-ils pas nombreux, comparativement à ceux qui s'observent dans le nerf grand sympathique ! Cette circonstance que les phlegmasies du canal intestinal n'altèrent pas le pouls, c'est-à-dire les battements du cœur, avec autant de facilité et de force que celles d'autres organes pourvus de nerfs cérébro-rachidiens, semble aussi annoncer qu'il est plus difficile à la réflexion de s'opérer du grand sympathique à la moelle épinière, puis de celle-ci à celui-là, que des nerfs cérébro-rachidiens au centre nerveux, et de celui-ci à ceux-là. Les expériences qu'on voudrait faire à ce sujet présentent de grandes difficultés; celles que j'ai tentées prouvent au moins que les parties auxquelles le nerf grand sympathique se distribue n'ont point une tendance bien prononcée à la réflexion sensitivo-motrice sur ce nerf. Je mis à nu le canal intestinal d'un lapin vivant, et je déterminai une violente excitation sensitive en serrant une ligature autour de l'intestin grêle ; puis je replaçai le tout dans la cavité abdominale ; je voulais voir si, par l'effet d'une réflexion allant de la moelle épinière aux alentours du point que j'avais lié, l'intestin se resserrerait sur lui-même, des deux côtés de la ligature, et jusqu'à une certaine distance. Le phénomène n'eut point lieu. En répétant l'expérience, je n'obtins pas davantage de résultat. Mais celles qu'a faites Volkmann prouvent que, quand une grenouille décapitée se trouve dans une disposition générale à la réflexion, une réaction a lieu de la manière qui vient d'être indiquée. Le pincement du canal intestinal déterminait alors des contractions de l'intestin, qui ne demeuraient pas bornées au point irrité, mais qui se propageaient, tantôt vers le haut, tantôt vers le bas, et à une distance plus ou moins grande. Une fois la moelle épinière détruite, le pincement des intestins n'occasionnait plus que des contractions locales.

XIII. *Il arrive assez fréquemment aussi que des effets qui partent des nerfs cérébro-rachidiens et se propagent jusqu'à la moelle épinière, sont réfléchis de celle-ci sur le système du grand sympathique.*

On peut citer pour exemple les modifications des battements du cœur qui accompagnent les sensations vives, voluptueuses ou douloureuses, à la peau, les mouvements déterminés dans l'iris par les impressions sensorielles que transmettent le nerf optique, l'acoustique, le trijumeau, et la contraction des vésicules séminales qui succède à l'irritation des nerfs tactiles du pénis. Chez une tortue de mer, dont j'avais mis à nu les cœurs lymphatiques, enlevé les viscères, et partagé transversalement le tronc en deux parties, je parvins à produire une contraction instantanée des cœurs d'un côté, qui étaient déjà depuis longtemps inertes, en pinçant la patte de derrière du même côté, ou la grattant avec la pointe d'un instrument aigu.

XIV. Une question se présente maintenant : *Des phénomènes de réflexion peuvent-ils avoir lieu dans le nerf sympathique lui-même, au moyen des ganglions, et indépendamment du cerveau et de la moelle épinière ?*

Il ne nous est point encore permis de donner une réponse précise à cette intéressante question. Si le mode de réflexion dont il s'agit était possible, les nerfs sympathiques constitueraient une exception remarquable, et leur nature ganglionnaire permettrait peut-être, entre les fibres sensitives et les fibres motrices, un

onflit qui, dans les nerfs cérébro-rachidiens, n'a jamais lieu sans l'intermédiaire u cerveau et de la moelle épinière.

Jusqu'à présent nous ne connaissons pas un seul fait certain qui prouve ce node de réflexion; mais, d'un autre côté, il faut assurément admettre que l'irritation des nerfs moteurs eux-mêmes peut se propager, dans les parties auxquelles e nerf ganglionnaire envoie ses filets, d'une manière qui n'a point lieu dans les nuscles de la vie animale : du moins la chose est-elle prouvée en ce qui concerne e cœur.

Lorsque, sur un membre détaché du tronc, on irrite les muscles pourvus de erfs cérébro-rachidiens, les contractions n'ont lieu que dans la portion même ar laquelle agit l'irritation, et jamais, ni dans le muscle entier, ni même dans oute la longueur d'une fibre musculaire.

Les choses se passent autrement pour le cœur, et il semble que, quand cet rgane a été détaché du corps, l'irritation d'un seul point puisse se propager au nuscle tout entier. On enlève le cœur d'une grenouille, et on le laisse sur la table usqu'à ce que la fréquence des battements ait beaucoup diminué, jusqu'à ce qu'il e s'opère plus qu'une contraction de temps en temps; le moment est venu alors e faire les expériences sur l'irritabilité de l'organe; si l'on irrite celui-ci avec une iguille, on provoque une contraction qui ne peut point être confondue avec les ontractions dépendantes du rhythme ordinaire. Et ce qu'il y a de remarquable, 'est que, sur quelque point qu'on fasse agir l'irritation, la réaction est toujours a même que si l'on avait irrité le cœur entier; en effet, on observe une contraction, non pas du seul point qu'on irrite, mais de tout l'organe. Il semble résulter de là que le changement local déterminé par l'irritation se met en équilibre vec l'état de l'irritabilité du cœur entier, de manière qu'on peut, par une action xercée sur un point quelconque, changer en quelque sorte la statique dans la épartition des forces du cœur. On ne sait pas encore bien comment il faut envisager ce phénomène. Peut-être y a-t-il communication réciproque entre les ganlions de la substance du cœur (1).

L'intestin détaché du mésentère convient moins, ou même ne convient pas du out pour mettre ces sortes de phénomènes en évidence. Lorsque je l'irritais sur n point, je voyais survenir une contraction très limitée de la paroi intestinale sur e point, tandis que le point opposé de la paroi restait plat et tranquille. La même hose arrive à la matrice des lapines. Volkmann a répété ces expériences sur des renouilles, et il en a obtenu le même résultat : aussi refuse-t-il également aux anglions le pouvoir de déterminer les phénomènes de réflexion. Il invoque principalement les expériences qu'il a faites sur des grenouilles décapitées qui étaient ans la disposition aux mouvements réflexes. Quand la moelle épinière existait ncore, le pincement des intestins provoquait des contractions étendues, tandis ue, quand le cordon rachidien était détruit, la réaction demeurait limitée au eu de l'irritation. Cependant Henle (2) assure qu'une légère irritation de l'intestin détaché du corps, par exemple au moyen d'une barbe de plume, détermine une contraction générale.

(1) *Cons.* Volkmann, dans Mueller's *Archiv*, 1844, p. 419.
(2) *Encyclopédie anatomique; Anatomie générale*, Paris, 1843, t. II, p. 30.

XV. *On ignore encore complétement si le nerf grand sympathique peut, à l'occasion de l'irritation d'un organe, déterminer des mouvements sympathiques dans un autre organe.*

En effet, tous les phénomènes qui se rattacheraient à une telle cause se laissent expliquer également, soit par l'intervention du cerveau et de la moelle épinière, soit par les lois de la réflexion, qui ont été exposées dans le 3e chapitre.

XVI. *Il n'est pas prouvé, et plusieurs observations empêchent de l'admettre, que les ganglions agissent comme isolateurs et arrêtent l'influence motrice qui part du cerveau et de la moelle épinière.*

Je dois faire observer qu'il s'agit ici, non de l'influence de la volonté, mais de l'influence motrice en général. Chacun sait avec quelle facilité et quelle promptitude tout changement survenu dans les organes centraux du système nerveux agit sur le système sympathique entier ; avec quelle rapidité l'orage des passions modifie les battements du cœur et provoque des mouvements du canal intestinal ; avec quelle facilité enfin tout accès nerveux dans lequel les organes centraux du système nerveux sont affectés, se termine par des borborygmes. Nous verrons plus tard que les ganglions ne jouent pas non plus le rôle d'isolateurs par rapport aux effets rétrogrades ou centripètes dans le nerf grand sympathique. La seule chose qui se montre partout, c'est qu'en agissant sur les nerfs sympathiques, l'influence motrice des organes centraux du système nerveux ne peut produire ces convulsions rapides et correspondantes à la durée de l'irritation qui ont lieu quand on agit sur les nerfs cérébro-rachidiens, et qu'elle ne fait guère que changer l'état ou le mode d'une série continue de mouvements. Toutefois ce ne sont pas seulement les ganglions, mais encore le grand sympathique tout entier, et jusqu'à ses moindres ramifications, qui possèdent l'aptitude à modifier les impressions rapides sur les parties soumises à ce nerf, de telle manière qu'au lieu de convulsions, il se manifeste des changements prolongés dans le mode du mouvement, ainsi que je l'ai prouvé précédemment ; car une irritation momentanée du cœur arraché de la poitrine, et déjà presque réduit au repos, peut apporter aux battements de cet organe des modifications qui persistent pendant un certain laps de temps, et l'intestin détaché du corps se contracte bien plus longtemps que ne dure l'irritation exercée sur lui, et n'atteint même son plus haut degré de contraction que longtemps après la cessation de la stimulation momentanée qu'on lui avait fait subir.

La double propriété qu'ont les nerfs ganglionnaires de recevoir des influences des parties centrales en général, mais d'être eux-mêmes régulateurs indépendants des mouvements, s'explique par cette circonstance, que les ganglions dont dépend le rhythme du mouvement, loin d'être de simples conducteurs, sont eux-mêmes moteurs.

XVII. *Il n'est pas encore constaté que le défaut d'influence de la volonté sur les parties auxquelles se rend le nerf grand sympathique dépende de la nature des ganglions.*

Puisque, comme je l'ai démontré, les ganglions n'isolent pas l'influence motrice sur le système sympathique, et que ce système tout entier, tant les filets que les ganglions, rend seulement cette influence plus lente et plus durable, une influence motrice volontaire des organes centraux sur le grand sympathique ne saurait non plus trouver un obstacle absolu dans les ganglions de ce dernier. Il semble donc

que l'inaptitude aux mouvements volontaires dont sont frappées toutes les parties auxquelles le grand sympathique aboutit, ne dépend ni de celui-ci, ni de ses ganglions, mais de ce que ses fibres, en pénétrant dans la moelle épinière et le cerveau, n'y parviennent pas, comme celles des autres nerfs, jusqu'à la source de l'influence de la volonté.

XVIII. *Il paraît que, dans certaines parties dépendantes à la fois du nerf grand sympathique et des nerfs rachidiens, l'influence de la volonté ne se fait sentir qu'à la suite d'une impression sensitive ou centripète prolongée.*

Tel est le cas de la vessie, organe très problématique encore au point de vue de ses rapports avec le cerveau et la moelle épinière. La vessie reçoit des filets purement sympathiques du plexus hypogastrique, et des nerfs non sympathiques qui proviennent des sacrés. Elle paraît être, en général, totalement soustraite à l'influence de la volonté, et cependant il semble que nous ayons quelquefois le pouvoir de la déterminer à se contracter, sans être obligé de faire agir le diaphragme et les muscles du bas-ventre. E.-H. Weber admet aussi que la volonté exerce quelque influence sur elle (1). En supposant que le fait soit réel, cette aptitude ne se manifeste néanmoins qu'à la suite d'une accumulation prolongée de l'urine dans son réservoir, par conséquent après qu'elle a causé pendant longtemps une impression sensitive sur les nerfs sensitifs de cet organe, et consécutivement sur la moelle épinière.

XIX. *Certaines parties soumises au nerf grand sympathique ne sont susceptibles, il est vrai, que de mouvements involontaires; mais elles se meuvent néanmoins par association lorsque d'autres parties placées sous l'empire de la volonté viennent à se mouvoir, de sorte qu'une partie de l'influence motrice volontaire se transmet à elles contre le vœu de la volonté, absolument comme il y a des parties soumises à la volonté qui, malgré nous, se meuvent en même temps que d'autres.*

L'iris peut être cité en exemple. Il serait difficile de dire si cette membrane entre dans la classe des organes qui appartiennent au grand sympathique ou à la catégorie de ceux qui dépendent des nerfs cérébraux. Son mouvement est involontaire, mais il ressemble cependant aux mouvements de plusieurs faibles muscles qui, en général, n'obéissent point aux ordres de la volonté, bien que, par association de mouvement, ils puissent se contracter avec d'autres muscles volontaires, comme sont, chez la plupart des hommes, les muscles auriculaires et le crémaster, que certains individus parviennent à faire agir, les premiers avec le muscle épicrânien, et le dernier avec ceux du bas-ventre. Cependant il est fort remarquable qu'on puisse mouvoir l'iris volontairement quand la volonté agit sur certaines branches du nerf oculo-musculaire commun, comme, par exemple, toutes les fois qu'on tourne l'œil, soit en dedans, soit en haut et en dedans, puisque, dans ces deux circonstances, la pupille se rétrécit chez tous les hommes. Nous avons donc ici un exemple frappant d'influence de la volonté qui, en s'exerçant sur un nerf cérébro-rachidien, se fait simultanément sentir un peu à une partie qui rentre dans le domaine du nerf grand sympathique et sur laquelle la volonté n'exerce d'ailleurs aucun empire. Peut-être faut-il rapporter à la même cause le pouvoir que nous avons, dans un pressant be-

(1) *Anatomie*, t. III, p. 354.

soin d'uriner, de prolonger la rétention du liquide, et par conséquent de fortifier l'action du sphincter de la vessie, en faisant agir nos membres pelviens, en marchant ou en courant. Enfin ce transport de l'influence nerveuse paraît avoir lieu sur le cœur lui-même dans les grands efforts musculaires.

Le phénomène remarquable de l'accélération du mouvement du cœur pendant les efforts volontaires n'a point encore reçu d'explication satisfaisante. On a dit que, la consommation du sang artériel étant alors plus considérable, le cœur doit pousser le sang avec plus de rapidité à travers les poumons. Mais de ce que le besoin de respirer devient plus impérieux, il ne s'ensuit pas que le cœur doive se mouvoir conformément à ce but. On a prétendu aussi que, la circulation rencontrant beaucoup d'obstacles, la marche du sang se trouve dérangée dans les poumons et dans le cœur. Mais l'accélération des mouvements de ce dernier organe a également lieu dans les efforts qui ne portent que sur les seules extrémités inférieures, quand on gravit une montagne, pendant la course, etc. ; et l'on ne voit pas comment la circulation du sang à travers les poumons et le cœur pourrait alors être gênée. En effet, quoique les contractions permanentes des muscles des extrémités inférieures troublent la circulation dans ces parties, elle n'est pas pour cela plus difficile dans les poumons et le cœur ; car le sang, qui ne peut pas traverser les petits vaisseaux des membres pelviens, ne revient pas non plus au cœur, et par conséquent ne s'accumule ni dans le cœur ni dans les poumons ; le résultat doit être le même qu'après l'application du tourniquet aux deux cuisses d'un homme en plein repos, application qui n'amène pas des battements cardiaques plus précipités. Il serait donc possible que cette accélération des mouvements du cœur pendant les efforts, phénomène qui devient si prononcé chez les sujets d'une complexion nerveuse, dépendît d'une association de mouvements, d'abord presque insensible, mais devenant à chaque instant de plus en plus forte, et qu'elle tînt à ce que le principe nerveux saute de la moelle épinière, livrée à un si grand déploiement de force, sur les nerfs sympathiques, tout comme l'iris se meut involontairement lorsqu'on fait volontairement agir le nerf oculo-musculaire commun. Cependant il n'y a aucun moyen de prouver directement l'exactitude de cette explication, et l'on ne peut alléguer en sa faveur que l'analogie avec les faits constatés ; on ne doit donc la considérer, pour le moment, que comme un jalon indiquant les recherches qui restent à faire pour jeter quelque lumière sur un point si obscur.

La simultanéité d'action d'un organe soustrait à la volonté avec des mouvements volontaires est beaucoup plus prononcée dans les vésicules séminales. On a déjà plus d'une fois remarqué que, quand les jeunes gens se livrent à de grands efforts musculaires pour grimper le long d'un arbre ou d'une corde, ils éprouvent quelquefois, dans les parties génitales, une irritation spontanée qui va jusqu'à la contraction des réservoirs du sperme.

XX. *Le mouvement des organes motiles auxquels se distribue le nerf grand sympathique a un type péristaltique. Il suit une certaine direction, et les causes de cette marche résident non seulement dans le cerveau et la moelle épinière, mais encore dans les nerfs des organes eux-mêmes.*

Les causes de la succession régulière qu'on observe dans les effets des nerfs sympathiques sont totalement inconnues. On sait que les mouvements péristaltiques de l'intestin s'exécutent d'avant en arrière. Ils se succèdent en ce sens comme de

ondes; et, avant qu'une onde ait parcouru l'intestin entier, il s'en est déjà produit une autre, qui la suit à quelque distance. Ce phénomène n'est pas borné au tube intestinal; le canal cholédoque a aussi des contractions vermiculaires, et la succession des mouvements est évidente également dans le cœur. En effet, sur le cœur du poulet non éclos, le mouvement procède d'avant en arrière, c'est-à-dire qu'il affecte la forme péristaltique, dont la succession des contractions du cœur de l'adulte offre encore un indice. Chez la grenouille, les parties de cet organe se contractent dans l'ordre suivant : la portion contractile des troncs veineux, les oreillettes, les ventricules et le bulbe aortique.

La succession du mouvement dans toutes ces parties est un des problèmes les plus difficiles, auquel on n'a même pas songé jusqu'à présent en physiologie.

La première idée qui se présente à l'esprit, c'est que la cause réside dans la moelle épinière; que des ondulations ou des vibrations se succèdent de haut en bas dans ce cordon, les fibres auxquelles il donne naissance peuvent les recevoir l'une après l'autre, et de là résulterait un mouvement péristaltique de l'intestin d'avant en arrière. Mais cette explication n'est pas suffisante, à coup sûr; car la succession du mouvement persiste dans le cœur et l'intestin qui ont été détachés du corps. Elle doit donc avoir sa cause dans les nerfs des organes eux-mêmes. Les fibres de ces nerfs étant situées les unes à côté des autres, comment se fait-il qu'elles observent une certaine succession dans leur action? Probablement les petits ganglions périphériques contenus dans le système des organes jouent aussi un rôle dans cette circonstance. Mais il n'y a pas moyen encore de donner une bonne explication du phénomène. Tout ce qu'il est permis de faire, c'est d'indiquer en général ce que serait une théorie satisfaisant aux exigences de la mécanique. Une succession du mouvement ayant les fibres nerveuses pour point de départ serait concevable si ces fibres marchaient longtemps d'avant en arrière le long de l'intestin, en produisant successivement leurs effets, ou si elles envoyaient successivement de petites branches à la périphérie. Dans ce cas, une lente succession d'ondulations dont elles seraient le point de départ produirait un mouvement successif de l'intestin. Une succession d'ondulations a lieu aussi quand un trajet interrompu par de petits nœuds, qui est d'abord simple, donne successivement des branches dont la longueur s'accroît dans une direction déterminée, de manière que, par exemple, les antérieures soient courtes, et les postérieures de plus en plus longues. Rien de semblable n'est connu par rapport à la distribution des nerfs dans les organes en question. Ce qui augmente encore la difficulté, c'est que la succession alterne dans certains cas, comme dans les phénomènes que j'ai observés chez les sangsues (1) et dans ceux que Lister (2) a décrits chez les ascidies. Déjà quelque chose d'analogue se passe à l'estomac, dont la direction des mouvements alterne dans l'état de santé, et l'on sait que, dans les maladies, le mouvement péristaltique se renverse, tant à l'intestin qu'au cœur.

Effets sensitifs du nerf grand sympathique.

I. *Les sensations sont faibles, obscures et non circonscrites dans les parties aux-*

(1) MECKEL's *Archiv*, 1828.
(2) *Philos. Trans.*, 1834, p. 2.

quelles le nerf grand sympathique se distribue; elles ne deviennent plus nettes et plus précises que quand les irritations ont de l'intensité.

J'ai déjà cité précédemment les faits qui se rapportent ici. Brachet (1) a reconnu, dans ses expériences, qu'en répétant l'irritation, et la rendant plus forte, la sensation finissait par se prononcer dans les ganglions, où elle n'existait pas d'abord. Peut-être la faiblesse et le vague des sensations tiennent-ils au petit nombre de fibres primitives sensitives que reçoivent les parties auxquelles le nerf grand sympathique se distribue.

II. *Les impressions sensitives qui ont lieu dans le nerf grand sympathique ne parviennent fréquemment point à la conscience, quoiqu'elles arrivent à la moelle épinière.*

La conscience peut être ou non informée de l'action centripète d'un nerf de sentiment, action arrivant à la moelle épinière. Dans le premier cas, cette action doit se transmettre vivement jusqu'à l'organe de l'âme. Dans le second, elle reste isolée dans la moelle épinière : elle n'est point sentie; mais elle peut annoncer par d'autres signes, notamment par des mouvements réflexes, qu'elle est parvenue jusqu'à ce cordon. Un fragment du tronc d'une salamandre terrestre qu'on a décapitée nous montre un exemple d'excitation sensitive centripète sans sensation réelle; car, lorsque nous posons le doigt sur la peau de ce fragment, celui-ci se courbe par l'effet de la contraction des muscles, qui résulte d'une action réflexe exercée par la moelle épinière, puisqu'elle ne peut avoir lieu quand le fragment ne contient aucun vestige de cette dernière. Ces phénomènes d'effets centripètes dans des fibres sensitives, s'étendant jusqu'à la moelle épinière sans produire une véritable sensation, mais déterminant une réflexion de l'effet sur les muscles, sont très communs dans la vie ordinaire, et précisément ceux qui ont lieu habituellement dans le nerf grand sympathique. On peut prouver que ces effets sensitifs dans le nerf sympathique, dont la conscience n'est point informée, arrivent cependant à la moelle épinière. Toute irritation du rectum fait acquérir plus de force au mouvement du sphincter de l'anus, et toute irritation de l'estomac, quoique non sentie, détermine l'affection concomitante des muscles respirateurs qui a lieu pendant le vomissement. Cette action des muscles respirateurs dont les nerfs proviennent de nerfs cérébro-rachidiens peut être provoquée, dans le vomissement, par une irritation sensitive non parvenue à la conscience de tout organe quelconque du bas-ventre, du canal intestinal, du foie, des reins, de la matrice. Ici le point de départ de l'effet est dans le nerf grand sympathique : la réflexion a lieu par des nerfs cérébro-rachidiens, et non par le nerf sympathique. Maintenant on peut démontrer aussi que l'intermédiaire entre l'effet centripète du grand sympathique et l'effet centrifuge ou moteur qui a lieu dans les nerfs cérébro-rachidiens, est réellement la moelle épinière, et que ce n'est pas le grand sympathique par ses anastomoses. Car ce nerf s'unit bien avec tous les nerfs rachidiens qui peuvent entrer en action pendant le vomissement; mais cette union est une simple accession des fibres du rameau communiquant aux deux racines du nerf rachidien; or, comme la racine motrice du nerf rachidien n'a pas de ganglion, on voit tomber d'elle-même l'hypothèse d'après laquelle l'effet du nerf sympathique irait se répandre, par le

(1) *Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux.* Paris, 1837.

eau communicant, dans une masse ganglionnaire, et affecterait toutes les fibres ı racine motrice qui traverseraient cette masse. L'effet centripète dans le nerf ıd sympathique, qui, sans conscience ni sensation, produit un effet moteur réflexion dans un nerf cérébro-rachidien, agit donc évidemment sur ce der-, non par des anastomoses sympathiques, mais par l'intermédiaire de la moelle ıière.

II. *Dans les mouvements réflexes que suscitent les impressions sensitives du f grand sympathique, l'impression sensitive n'arrive généralement point à la science, tandis que cette dernière est toujours informée des impressions sen-ɔes éprouvées par des nerfs cérébro-rachidiens qui donnent lieu à des mou-ents réflexes.*

'est là du moins ce qui a lieu dans la majorité des cas. Quand les muscles res-teurs du tronc sont sollicités à des efforts de vomissement par l'estomac, le ıl intestinal, les reins, le foie ou la matrice, il arrive souvent, il est même de e, que la cause qui réside dans ces organes ne soit pas sentie, c'est-à-dire que onscience ne soit point informée de l'excitement centripète qui parvient à la ·lle épinière et au cerveau. Au contraire, toutes les fois que des mouvements ·xes ont eu lieu par des nerfs cérébro-rachidiens, l'irritation excitatrice est dis-tement sentie. Une irritation de la membrane muqueuse du larynx, de la tra-·-artère, des poumons, détermine, par réflexion, une action dans beaucoup de 's rachidiens, qui s'annonce par les mouvements des muscles du tronc dont ·ux est accompagnée ; mais cette irritation produit aussi une sensation distincte. s le vomissement causé par la titillation du pharynx, on sent également le cha-llement. De même, dans les mouvements respiratoires convulsifs, avec action nerfs rachidiens, qui caractérisent l'éternument, on sent la cause première la réflexion dans le nez. On sent aussi la lumière, comme lumière, dans le écissement de la pupille amené par l'irritation que détermine la clarté du jour, omme cause irritante dans l'éternument que provoque l'action d'une lueur sur l'œil.

V. *Les ganglions du nerf grand sympathique n'empêchent pas les effets cen-ètes de ce nerf de se transmettre à la moelle épinière ; ils ne jouent point le d'isolateurs à leur égard.*

'est une conséquence des faits qui ont été exposés dans les paragraphes pré-ents ; car, si, comme je l'ai fait voir, il y a, dans les mouvements réflexes, par mple dans le vomissement provoqué par des irritations agissant sur le nerf ınd sympathique, propagation ou transmission, quoique sans conscience, jusqu'à moelle épinière, les ganglions ne sauraient jouer le rôle de corps isolants par port à cette propagation. Mais la proposition peut être prouvée d'une manière ·cte, à l'aide de l'expérience dont j'ai déjà souvent parlé, et qui m'a plusieurs réussi chez les lapins ; je veux dire les convulsions des muscles abdominaux qui ent lieu au moment même où j'irritais le nerf splanchnique avec une aiguille. ıit de là que les ganglions situés le long du grand sympathique, d'où naît le splanchnique, ne se comportent pas comme des corps isolants, eu égard à la smission à la moelle épinière des effets centripètes qui ont lieu dans le nerf d sympathique. Les expériences de Volkmann sur les grenouilles décapitées ·vent la même chose par rapport aux ganglions abdominaux, car l'irritation

de l'intestin et d'autres parties pourvues par le grand sympathique détermine des mouvements fort étendus au tronc.

V. *Les ganglions ne peuvent point être la cause qui empêche les irritations du nerf grand sympathique d'arriver à la conscience.*

Ce théorème découle également des faits que j'ai rapportés. A la vérité, Brachet prétend que la sensation, faible ou nulle dans les ganglions thoraciques et leurs filets de jonction, est prononcée dans leurs rameaux de communication avec les nerfs rachidiens, dont les lésions occasionnent évidemment de la douleur. Mais ces assertions ne se concilient point avec les faits dont j'ai donné les détails; car j'ai prouvé, dans le second paragraphe, que les irritations du nerf grand sympathique se propagent à la moelle épinière, tout aussi bien que celle des nerfs cérébro-rachidiens, mais qu'elles n'arrivent point à la conscience. Les ganglions ne feraient-ils donc que changer le mode, la qualité, le contenu de l'impression, dans une propagation centripète, et permettraient-ils à l'effet de se transmettre, mais après avoir détruit en lui ce qui fait le caractère de la douleur? Ces questions deviennent si abstraites qu'on n'y saurait donner de réponse. Les ganglions ne peuvent point influer sur la transmission à la conscience. La cause qui fait que nous ne sommes point informés des effets centripètes ayant lieu dans le nerf sympathique, ne saurait résider en eux, puisque la seule condition pour que nous ayons la conscience d'une sensation est que celle-ci parvienne à l'organe de l'âme. Si donc les impressions sensitives reçues par le grand sympathique n'arrivent point à la conscience, bien qu'elles se propagent jusqu'à la moelle épinière, il faut l'attribuer non pas aux ganglions, mais à ce que ces impressions s'évanouissent dans la moelle épinière elle-même, et ne sont pas transmises jusqu'à la source de la conscience. Toutes les fois qu'il s'agit de nerfs cérébro-rachidiens, elles parviennent à cette source, dans le cerveau, et, si parfois alors elles ne sont pas senties, c'est que l'âme dirige ailleurs son attention.

VI. *Il est des cas où de violentes irritations dans les parties auxquelles aboutit le nerf grand sympathique déterminent des sensations dans ces parties elles-mêmes; il en est d'autres où, l'irritation étant plus faible, les sensations sont vagues dans les parties affectées, mais accompagnées de sensations bien distinctes dans d'autres parties pourvues de nerfs cérébro-rachidiens.*

Des exemples du premier de ces phénomènes nous sont fournis par les inflammations du canal intestinal et du foie; d'autres du second, par les vives démangeaisons qu'on observe dans les maladies du canal alimentaire, telles que le prurit au nez et à l'anus dans les affections vermineuses, ou le prurit au gland dans les maladies chroniques des reins et de la vessie, tandis que le siége du véritable mal ne s'annonce souvent par aucune sensation distincte. Ici viennent encore se ranger les douleurs qu'on a quelquefois observées aux extrémités supérieures dans les maladies du cœur, à l'épaule dans celles du foie. Ce sont là des irradiations parfaitement semblables à celles dont j'ai parlé précédemment lorsqu'il a été question du même phénomène considéré dans les nerfs cérébro-rachidiens.

VII. *Ces sensations secondaires dans des nerfs cérébro-rachidiens, après des irritations du grand sympathique, se manifestent surtout aux parties terminales des appareils affectés. Ainsi, les vers de l'intestin grêle causent des démangeaisons au nez; ceux du gros intestin, du prurit à l'anus; les mala-*

s des reins et des voies urinaires, des démangeaisons et des douleurs au nd.

/III. Il n'est pas prouvé que les ganglions jouissent du pouvoir réflectif dans sensations sympathiques, et plusieurs faits annoncent qu'ils ne le possèdent nt.

:'est ce que démontrent les expériences citées relativement au rôle de la moelle nière dans les phénomènes réflexes, et surtout plusieurs de celles qu'a tentées kmann. Chez des grenouilles décapitées qui avaient de la disposition aux mou- nents réflexes, on pouvait en faire naître dans les muscles du tronc par une irri- on portée sur le canal intestinal, et l'intestin lui-même devenait le siége d'effets . étendus ; mais, quand la moelle épinière était détruite, tous les phénomènes saient, et la réaction n'était non plus que purement locale à l'intestin. Les gan- ns n'étaient donc point aptes à propager l'irritation. Ils ne le sont vraisembla- nent pas davantage à propager les irradiations des sensations.

)rdinairement, pour expliquer ces sensations secondaires dans des nerfs céré- -rachidiens, on a recours aux anastomoses du grand sympathique avec ceux-ci, 'on compte surtout sur les ganglions des racines sensitives des nerfs rachi- ıs, à travers lesquels passent les fibres primitives des racines du grand sympa- ue, tout aussi bien que celles des nerfs cérébro-rachidiens. Cette explication l beaucoup de sa vraisemblance lorsqu'on réfléchit que ces ganglions des nerfs itifs ne peuvent déjà point rendre raison des sensations concomitantes des nerfs bro-rachidiens, puisqu'il arrive souvent que des sensations simultanées se pro- :ent dans des nerfs qui ne communiquent point ensemble, et qui n'ont même de ganglions : ainsi, le chatouillement qu'on éprouve dans le nez en regardant le il ne saurait être expliqué par aucune anastomose nerveuse ; car, bien que l'on bservé des branches du grand sympathique allant du ganglion sphéno-palatin anglion ophthalmique, et de petits filets du même nerf accompagnant les vais- x de la rétine, de même qu'il s'en trouve d'ailleurs dans tous les vaisseaux, ie connaît cependant point d'anastomose constatée entre le nerf optique et le nasal. Les changements que la vue et l'ouïe subissent dans les maladies des nes du bas-ventre ne peuvent pas non plus s'expliquer par des anastomoses, que là aussi il n'y en a point. Admît-on que le grand sympathique envoie lement quelques petits filets à la rétine elle-même, on ne parviendrait pourtant ıt à concevoir qu'une affection du canal intestinal se propageât à la membrane reuse de l'œil et déterminât un changement de la vue, car il faudrait pour cela toutes les fibres du nerf optique traversassent une masse ganglionnaire. Mais ıs savons que l'irritation d'un point unique de la rétine demeure limitée ; nion du grand sympathique avec un point de la rétine ne rendrait donc la si- ıltanéité de sensation possible qu'en ce seul point, et ne saurait amener une mo- fication générale de la faculté visuelle. Donc l'explication des sensations secon- ires, ayant le grand sympathique pour point de départ, nous reporte aux mêmes ficultés que nous a déjà présentées le phénomène de l'irradiation dans les nerfs ébro-rachidiens, et il serait bien possible que toutes les sensations secondaires sont excitées, dans des nerfs cérébro-rachidiens, par le nerf grand sympathi- , eussent la moelle épinière et le cerveau pour intermédiaires. A la vérité, une culté semble, au premier aperçu, s'élever contre cette hypothèse, c'est que

souvent rien n'est senti dans les parties recevant des filets du grand sympathique sur lesquelles porte l'irritation, tandis qu'une sensation a lieu dans un nerf rachidien. Mais il peut très bien se faire que l'excitement centripète du nerf grand sympathique arrive à la moelle épinière sans parvenir jusqu'à la conscience, et que néanmoins, réfléchi par ce cordon, il produise d'ultérieurs effets; que, par par exemple, il détermine dans d'autres nerfs des sensations dont la conscience soit informée. J'ai prouvé dans le second paragraphe que cela est possible.

D'après tout ce qui précède, on voit que la théorie des sensations réfléchies qui ont le nerf grand sympathique pour point de départ, est encore fort obscure, ou du moins très douteuse.

Effets organiques du nerf grand sympathique.

I. *Lorsqu'après des sensations il survient, par réflexion, des sécrétions dans les parties éloignées, le cerveau et la moelle épinière servent probablement d'intermédiaire.*

L'excitation sensitive pourrait, ou parvenir aux fibres organiques par les ganglions des racines des nerfs sensitifs, à travers lesquels passent aussi des fibres du grand sympathique, sans aller jusqu'à la moelle épinière, ou aboutir d'abord à cette dernière, qui la réfléchirait ensuite sur les fibres organiques. Le dernier cas offre évidemment plus de vraisemblance que l'autre, attendu que la réflexion par la moelle épinière, lorsqu'il s'opère des mouvements réflexes, est un fait avéré, tandis que la communication des effets des fibres dans les ganglions des nerfs sensitifs n'est qu'une hypothèse non démontrée. Les faits qui se rapportent à ce phénomène sont en très grand nombre. Il arrive souvent qu'une sueur générale éclate à la suite d'impressions sur les membranes muqueuses internes, par exemple, après qu'on a bu. Des sensations violentes amènent quelquefois des symptômes de défaillance, accompagnés de sueurs froides. Dans ce dernier cas, la réflexion par la moelle épinière est indubitable, car les phénomènes de la syncope ont une extension qu'on ne peut expliquer qu'à l'aide de cet organe. Après une irritation de la conjonctive oculaire et palpébrale, accompagnée de sensations, il survient un écoulement de larmes; le larmoiement succède aussi à de violentes sensations causées, dans le nez, soit par des irritants fixes mis en contact avec la membrane pituitaire, soit par des irritants volatils introduits dans la bouche, tels que de la moutarde ou du raifort. On a coutume d'expliquer ce dernier phénomène en disant que l'irritation sensitive se réfléchit du nerf ethmoïdal sur le tronc de la première branche du trijumeau, et de là sur le nerf lacrymal. On attribue aussi le larmoiement par irritation de la conjonctive à ce que cette irritation se transmet d'abord au tronc de la première branche, et ensuite au rameau lacrymal. Mais l'explication ne vaut rien, dans un cas comme dans l'autre; car, puisqu'il n'y a point de communication entre les fibres primitives d'un nerf cérébro-rachidien, celui-ci ne saurait non plus réfléchir l'irritation sensitive d'une partie de ses fibres sur d'autres. Quelques personnes, pour se rendre raison des sympathies entre la membrane pituitaire et la glande lacrymale, ont recours au ganglion sphéno-palatin, que certains anatomistes disent être uni avec le ganglion ophthalmique par des fibres sympathiques; le ganglion ophthalmique étant lié, par sa longue

racine, avec le nerf nasal, et par conséquent avec le tronc de la première branche du trijumeau, qui fournit le nerf lacrymal, il suit de là, selon elles, que le nerf lacrymal communique immédiatement avec le ganglion sphéno-palatin. Mais cette hypothèse prête le flanc aux mêmes objections que la précédente, puisqu'une irritation qui arrive jusqu'au tronc de la première branche du trijumeau, par le ganglion ophthalmique et le nerf lacrymal, ne peut, sans communication entre les fibres, être réfléchie sur le rameau lacrymal. D'autres enfin prétendent que l'irritation sensitive passe du nez au ganglion de Gasser, sur le tronc du nerf trijumeau, d'où elle est réfléchie vers la première branche de ce dernier et le rameau lacrymal. L'explication de ces réflexions par le concours du cerveau et de la moelle épinière, comme intermédiaires de l'action sensitive et de l'action organique, a du moins en sa faveur l'analogie des cas où l'on observe également la réflexion d'effets sensitifs dans les organes moteurs par l'entremise de ces deux centres nerveux.

II. *Quelquefois l'état de nutrition d'un organe, son inflammation, sa sécrétion agit de manière à appeler l'inflammation, la sécrétion dans d'autres parties.*

Une inflammation du testicule peut se jeter sur la parotide, et une inflammation érysipélateuse de la peau sur les méninges ; la suppression d'une sécrétion peut accroître une autre sécrétion dans une autre partie. Vraisemblablement tous ces phénomènes sont accompagnés de changements dans les fibres organiques, appartenant au nerf grand sympathique, qui accompagnent les vaisseaux sanguins. Ici encore se présente la question de savoir si ces réflexions dépendent uniquement d'un changement dans la statique du nerf grand sympathique, ou si le cerveau et la moelle épinière servent d'intermédiaire entre l'effet centripète et l'effet centrifuge. Nous manquons de données pour résoudre ce problème : cependant il n'est pas invraisemblable que les effets qui partent immédiatement de ganglions puissent se propager aussi à d'autres ganglions, au moyen des commissures établies par le système des fibres grises. Ce mode de propagation n'a aucune analogie avec la propagation rapide qui s'effectue par les filets nerveux tubuleux. Dans les expériences de Mayer, la ligature du grand sympathique au cou, celle du cordon de jonction entre le premier ganglion cervical et le second, étaient quelquefois suivies d'une affection de parties qui paraissent être influencées par le premier de ces deux ganglions, c'est-à-dire d'ophthalmie.

III. *Les ganglions paraissent être les parties centrales d'où l'influence végétative s'écoule vers les diverses parties.*

Après la lésion du ganglion cervical supérieur, on a observé une ophthalmie et même des phénomènes généraux annonçant que la nutrition était modifiée. On ne sait pas encore bien comment cette influence s'exerce, et le problème se rattache à un autre dont j'ai déjà parlé précédemment, celui de savoir si des ganglions naissent ou des fibres nerveuses grêles semblables à celles que contient le nerf ganglionnaire, ou seulement des fibres grises.

IV. *Cette influence irradiante des ganglions paraît être jusqu'à un certain point indépendante du cerveau et de la moelle épinière.*

Ainsi, par exemple, le développement de l'embryon est possible, malgré la destruction du cerveau et de la moelle épinière (1).

(1) *Comp.* MUELLER's *Archiv*, 1834, p. 268.

V. *Cependant le cerveau et la moelle épinière semblent être la source principale à laquelle le système nerveux organique puise aussi ses moyens de réparation, puisque certaines paralysies cérébrales et rachidiennes sont accompagnées d'atrophie* (1).

En terminant ici ce que j'avais à dire du nerf grand sympathique, je dois exprimer mes regrets de ce que tant de points restent encore couverts d'obscurité. Cependant je crois avoir montré comment on doit s'y prendre pour faire des recherches sur ce nerf; en lui appliquant la mécanique des nerfs cérébro-rachidiens, on verra s'éclaircir plus d'un point de l'histoire de cet appareil nerveux dont les propriétés semblaient à Magendie être si peu connues, qu'il hésitait à le regarder comme un nerf.

CHAPITRE VI.

Des sympathies.

Tant de phénomènes sympathiques ont été expliqués, dans les précédents chapitres, par la mécanique et la statique des nerfs, sans influence de la part du grand sympathique, que ce nerf ne joue plus qu'un faible rôle dans la théorie des sympathies. Les phénomènes de l'irradiation des sensations, ceux de l'association des mouvements et ceux de la réflexion n'ont point lieu par lui; or, ils embrassent la plus grande partie des phénomènes de sympathie qu'autrefois on plaçait sous son influence. Beaucoup d'observateurs distingués avaient déjà émis des doutes sur la vérité des explications de nos prédécesseurs; car les phénomènes sympathiques qui ont lieu à chaque instant entre toutes les parties, notamment ceux qu'on remarque, dans l'état de santé, entre la matrice et les mamelles, non plus que quelques unes des sympathies pathologiques les plus remarquables, n'avaient jamais été explicables par le nerf grand sympathique.

Ayant déjà fait connaître, dans d'autres chapitres, les lois d'après lesquelles s'expliquent une grande partie des sympathies, nous pourrons abréger beaucoup celui-ci, et nous contenter d'y considérer les sympathies à des points de vue physiologiques généraux.

SYMPATHIES DES DIVERSES PARTIES D'UN TISSU ENTRE ELLES.

C'est là une des espèces de sympathies qu'on rencontre le plus souvent. Les diverses expansions des membranes muqueuses se communiquent réciproquement leurs états; les membranes séreuses, les membranes fibreuses, etc., sont dans le même cas. Quand il y a excitation consensuelle de diverses parties d'un tissu, l'affection sympathique est généralement de même nature que l'affection primitive. L'inflammation et les douleurs se propagent aux différentes expansions du tissu, et le même changement survient dans les sécrétions des parties avoisinantes que dans celles du tissu qui a été primordialement atteint.

(1) *Comp*, les remarques qui ont été faites précédemment, p. 679, sur le sommeil.

Tissu cellulaire.

On remarque déjà dans le tissu cellulaire une grande propension à transmettre ses états à tous ses prolongements. Ses maladies, l'emphysème, l'œdème, l'endurcissement, l'obésité, l'inflammation, la suppuration, en fournissent des exemples. Il leur arrive souvent de se propager à des régions entières du tissu cellulaire interposé entre les muscles, les vaisseaux et les expansions aponévrotiques, en ne suivant que la distribution de celui auquel on donne le nom d'interstitiel. De là vient que la connaissance des limites naturelles des expansions du tissu cellulaire, c'est-à-dire des aponévroses, est d'une si haute importance pour l'appréciation des suppurations de ce tissu.

Peau.

Quelque manifeste que soit le conflit entre la peau et les parties internes, cette membrane ne montre cependant pas une bien grande disposition à transmettre ux autres points de son étendue les états divers d'une quelconque de ses parties. Une inflammation purement cutanée peut demeurer limitée. Cependant, en sa ualité d'émonctoire de substances spéciales, la peau témoigne une certaine affinité our les matières de mauvaise nature qui circulent dans la masse des humeurs; 'est ce qui fait que des maladies propres à elle seule, les inflammations exanthénatiques, aiguës et chroniques, s'y développent dans le sens de son expansion en uperficie. Cependant elle est bien plus fréquemment en sympathie avec les parties nternes, dont elle forme la limite extérieure commune; j'en citerai plus tard des xemples.

Membranes muqueuses.

Les membranes muqueuses ont une grande propension à se communiquer muuellement leurs états dans le sens de leur expansion. Le catarrhe pulmonaire ntraîne fréquemment le coryza à sa suite. Le catarrhe nasal affecte la membrane nuqueuse des voies lacrymales et de la conjonctive. Pendant la période d'irritaion du coryza, l'œil est plus rouge et plus sec, comme la membrane pituitaire; une et l'autre partie redeviennent humides durant la seconde période. La memrane muqueuse de la trompe d'Eustache et de la caisse du tympan peut égalenent être affectée dans le catarrhe, ce qui s'annonce par la dureté de l'ouïe et es bourdonnements d'oreilles, symptômes dont les maladies catarrhales sont assez réquemment accompagnées. La membrane muqueuse des sinus frontaux, et proablement aussi des autres cavités accessoires du nez, est affectée dans le coryza : n éprouve une douleur sourde et gravative au front. Les différentes parties du ystème muqueux du canal alimentaire tiennent les unes aux autres par des liens on moins étroits. L'état de l'estomac réagit sur le canal intestinal entier, et en hange les sécrétions. La membrane muqueuse de la bouche devient l'expression le l'état dans lequel se trouve celle de l'estomac et de l'intestin. Quand nous oyons la langue sèche, ou rouge, ou chargée, nous concluons avec raison qu'il n est de même dans l'œsophage et l'estomac. Il y a également une connexion ympathique entre les membranes des organes génitaux et des voies urinaires.

L'irritation fréquente des parties génitales est fort sujette à provoquer un état d'inflammation chronique de la vessie et des reins, la phthisie vésicale, la phthisie rénale, de même qu'à la phthisie laryngée et trachéale se joint plus tard la phthisie pulmonaire (1). Mais ce ne sont pas seulement les membranes muqueuses anatomiquement unies ensemble qui manifestent cette propension à se communiquer leurs états ; on la remarque également, quoiqu'à un degré moins prononcé, dans celles qui sont tout à fait séparées. Voilà pourquoi on ne peut point faire cesser l'excès de sécrétion d'une membrane muqueuse par antagonisme, c'est-à-dire en activant la sécrétion d'une autre membrane muqueuse ; on ne guérit pas une blennorrhée des parties génitales en provoquant la diarrhée. Quelquefois nous voyons la membrane muqueuse des organes respiratoires sympathiser avec celle de l'estomac ; on sait que certains états de ce dernier viscère entretiennent une irritation des voies aériennes, et donnent lieu à ce qu'on appelle la toux gastrique. Sur la fin de la phthisie pulmonaire, il s'établit aussi un travail inflammatoire dans la membrane muqueuse du canal intestinal, comme le prouvent les ulcères intestinaux des phthisiques. Enfin les blennorrhées colliquatives des membranes muqueuses nous fournissent l'exemple d'un état uniformément répandu dans le système muqueux entier, et qui peut avoir pour point de départ l'une des parties de ce système, par exemple les poumons, le canal intestinal, ou les organes génitaux.

Membranes séreuses.

Il arrive souvent qu'à la suite d'une affection d'une des membranes séreuses, toutes les autres sont entraînées dans le même état maladif : ainsi, à l'ascite vient se joindre plus tard l'hydrothorax. Cependant tous les cas d'hydropisie dans les parties différentes ne se rapportent point ici. L'hydropisie n'est fréquemment que le résultat d'une décomposition du sang dans plusieurs parties à la fois ; souvent aussi elle tient à ce que la circulation se trouve interrompue dans un organe important. Ici donc la sympathie ne dépend pas tant des membranes séreuses elles-mêmes que de l'extension de la cause ; mais c'est une sympathie pure de ces membranes lorsqu'à la suite de l'inflammation d'une d'entre elles, les autres s'enflamment également. Ainsi l'on voit quelquefois, après la péritonite, survenir la pleurésie, l'arachnoïdite, et c'est peut-être à celle-ci qu'on doit rapporter la cause de la mort, parce qu'elle a son siége dans le plus important des organes.

Système fibreux.

Les membranes fibreuses sont si étroitement liées ensemble qu'une lésion locale dont elles viennent à être atteintes entraîne souvent des accidents fort étendus.

A cette classe de membranes appartiennent le périoste, la dure-mère, la sclérotique, l'albuginée du testicule, la capsule de la rate, les tendons, les ligaments et les gaînes tendineuses des muscles. Une affection rhumatismale locale montre une grande propension à s'étendre à tous les organes fibreux, et à changer de siége, mais en suivant de préférence les rapports naturels des membranes fibreuses. La

(1) *Mémoires de l'Acad. royale de médecine.* Paris, 1837, t. VI.

lésion des ligaments, des aponévroses, du tissu fibreux de la main et du pied, est souvent suivie d'accidents qui s'étendent fort loin : l'inflammation, le gonflement, les douleurs se propagent quelquefois du point qui a été primitivement irrité aux gaînes musculaires, et même au périoste. L'ophthalmie arthritique, qui, de même que la goutte en général, affectionne le tissu fibreux, de manière qu'elle établit son siége dans la sclérotique, ne borne pas les douleurs qu'elle détermine à l'œil sur lequel elle s'est fixée, et se distingue des autres ophthalmies en ce qu'elle donne lieu aux plus vives douleurs dans tout le côté correspondant de la face, le périoste, l'aponévrose du muscle temporal et la calotte aponévrotique.

Les membranes fibreuses interne et externe du crâne, savoir, la dure-mère cérébrale, le péricrâne et la calotte aponévrotique, sympathisent ensemble et avec la sclérotique. Les affections de la dure-mère provoquent des affections de la sclérotique ; celles de la calotte aponévrotique et du péricrâne peuvent se communiquer à la dure-mère, et, quand cette dernière est enflammée localement, le périoste l'est parfois aussi à l'extérieur.

Les nerfs jouent un rôle dans les sympathies du système fibreux ; on peut déjà le conclure et de ce que des nerfs organiques accompagnent les vaisseaux dans toutes les parties auxquelles ceux-ci aboutissent, et de ce que la dure-mère possède réellement des nerfs. Ces derniers ont été observés par Comparetti, Arnold, Schlemm, Bidder et moi.

Tissu osseux et tissu cartilagineux.

Les sympathies entre les diverses parties du système osseux sont rares. A la vérité, il y a des maladies, telles que le rachitisme et la syphilis parvenue à la seconde période, où ce système est affecté partout ; mais ces maladies de la nutrition ne peuvent guère être mises au nombre des sympathies ; l'irritation y est généralement accompagnée d'un vice dans la formation de la matière osseuse. Cependant on connaît aussi des exemples bien constatés de sympathie pure entre les divers départements du système osseux. Lorsqu'une cause morbifique agit sur la surface d'un os long, l'inflammation qui s'ensuit ne demeure pas toujours bornée à cette surface ; elle envahit fréquemment aussi toute l'épaisseur de l'os, jusqu'à la cavité médullaire, et y amène un changement de tissu. De même, la destruction de la moelle amène l'inflammation et la tuméfaction tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, jusqu'aux parties les plus externes.

Tissu musculaire.

On a attribué au tissu musculaire une aptitude très prononcée à recevoir des excitations sympathiques. On a dit que l'irritation qui amène à sa suite la contraction d'un muscle est fréquemment accompagnée de convulsions sympathiques dans d'autres muscles. Mais ces symptômes ne tiennent pas au tissu lui-même ; ils dépendent de la sympathie qui existe entre les nerfs moteurs ; le muscle dont le nerf moteur se trouve séparé du reste du système nerveux, est bien accessible encore aux irritations du dehors, mais il ne les transmet jamais à d'autres parties du même tissu, il ne provoque point de convulsions sympathiques.

Les spasmes sympathiques du système musculaire ne sont donc point, à proprement parler, des sympathies du tissu avec lui-même : ce sont des sympathies de nerfs. Les autres maladies, peu nombreuses, qui surviennent encore dans les muscles, comme l'inflammation et la suppuration, demeurent également toujours bornées. Elles ne dépassent point le lieu même de l'irritation, ne se propagent pas, comme il arrive dans les autres tissus. Mais, si l'on excepte les inflammations, qui sont fort rares, les dégénérescences et les spasmes, on ne connaît presque pas de maladies qui atteignent les muscles. Toutes ces circonstances attestent que le tissu musculaire n'entretient de vives sympathies ni avec lui-même ni avec aucune autre partie.

Système lymphatique.

Les maladies du système lymphatique sont fort rarement locales. Lorsqu'elles sont primordiales, et non sympathiques de celles d'autres organes, elles affectent en général le système entier, sous la forme de dyscrasies ; il y a même certains cas, les scrofules par exemple, où elles demeurent bornées presque exclusivement au système lymphatique. Mais, quand l'irritation part d'un point de ce système, elle envahit rapidement, et par sympathie, une étendue plus ou moins considérable. Qu'une glande lymphatique vienne à s'enflammer par l'effet d'une irritation extérieure, les glandes du voisinage ne tardent pas à se tuméfier, quoiqu'elles ne soient cependant pas prises elles-mêmes d'inflammation. Certaines irritations primitives du système lymphatique reconnaissent pour cause des poisons qui se sont introduits dans les vaisseaux de cet ordre. Lorsqu'on pratique une friction locale avec du mercure, il survient fréquemment une irritation fort étendue du système lymphatique, et les glandes lymphatiques des diverses régions du corps peuvent être entraînées simultanément dans la même affection. L'inflammation des vaisseaux lymphatiques qui procède d'une impression vénéneuse locale s'étend promptement à toutes leurs ramifications dans un membre, et en pareil cas la peau se montre semée de stries rouges, qui en suivent exactement le trajet.

Les sympathies des vaisseaux lymphatiques avec les glandes du même système ne sont pas moins fréquentes. Un des phénomènes les plus ordinaires des lésions de nutrition des grands viscères est le gonflement des glandes lymphatiques qui avoisinent ceux-ci. Ainsi, les glandes cervicales se tuméfient dans les maladies organiques du cou et de la glande thyroïde ; celles de l'aisselle, dans les lésions organiques des mamelles, le cancer en particulier ; celles du bas-ventre, dans les maladies organiques de l'estomac et du canal intestinal ; celles qui accompagnent les conduits biliaires, dans les maladies organiques du foie ; celle de l'aine, dans les lésions organiques des testicules, de l'urèthre, de la prostate.

Les engorgements des glandes lymphatiques ne sont pas rares non plus dans les affections inflammatoires, par exemple après les piqûres, les déchirures, les contusions. L'application d'un vésicatoire qui enflamme la peau est souvent suivie du gonflement des glandes lymphatiques, qui s'observe également dans le furoncle, dans le panaris. Dans ce dernier cas même, rien n'est plus commun que de voir les vaisseaux lymphatiques du bras entier irrités jusqu'aux glandes axillaires. L'inflammation de l'urèthre appelée *gonorrhée* et les maladies inflammatoires des testicules se compliquent fréquemment de tuméfaction des glandes inguinales, ou de

ce qu'on appelle des bubons ; il en est de même des glandes de l'aisselle dans les affections inflammatoires de la mamelle, et de celles du cou dans les phlegmasies de la parotide (1).

Ce qui distingue ces gonflements sympathiques de l'affection primaire, c'est que, la plupart du temps, ils disparaissent aussitôt que cesse la maladie de l'organe qui avait été primitivement atteint; c'est qu'ils ont le caractère chronique dans les maladies chroniques et le caractère aigu dans les maladies aiguës; c'est enfin que, dans le cas d'affection sympathique, le tissu situé au-dessous de la tuméfaction ne s'éloigne généralement pas de l'état naturel.

En général, on peut dire qu'une irritation lymphatique fort étendue est susceptible de partir d'un point quelconque de la surface du corps où il se trouve beaucoup de vaisseaux lymphatiques. Cette irritation peut survenir tant par l'effet de l'inoculation matérielle d'un principe morbifique, qu'à la suite d'une lésion dans laquelle il n'a été introduit aucune matière étrangère, telle qu'une plaie ou une blessure. On voit d'après cela que la propagation matérielle d'une substance quelconque dans les vaisseaux lymphatiques n'est au moins pas indispensable pour la déterminer. Elle peut naître tout aussi facilement d'une irritation de la surface interne du corps que d'une lésion de la surface externe, et dans les deux cas elle donne lieu à des séries parallèles de phénomènes. De même que l'inflammation de la peau par une brûlure occasionne une irritation lymphatique des parties environnantes jusqu'aux glandes lymphatiques les plus prochaines, ainsi l'inflammation de la membrane muqueuse du canal intestinal, quand elle dure un certain laps de temps, détermine une irritation des vaisseaux et des glandes lymphatiques du mésentère, parmi lesquels les vaisseaux et glandes correspondant aux points enflammés s'enflamment et se tuméfient de préférence, ce dont nous avons un exemple si frappant dans les ulcères intestinaux de la fièvre typhoïde.

Il arrive quelquefois, comme l'a vu Cruveilhier (2), que les vaisseaux lymphatiques provenant d'une partie en suppuration renferment du pus, aussi bien que les veines : les glandes lymphatiques correspondantes peuvent aussi suppurer. On se tromperait en disant que ce pus a été absorbé par les lymphatiques. De même qu'après l'amputation il se produit du pus dans les veines du moignon, par l'effet de la phlébite, de même il s'en forme, dans les lymphatiques provenant d'une partie enflammée, par suite de la propagation de l'inflammation. L'inflammation et la suppuration des glandes mésentériques, dans les ulcérations de l'intestin qui accompagnent la fièvre typhoïde, prouvent clairement qu'en ce cas au moins le pus qu'on rencontre dans les vaisseaux et les glandes lymphatiques a pris naissance sur le lieu même où on l'observe.

Vaisseaux sanguins.

Réfléchissant que les sympathies du pouls avec les maladies n'appartiennent pas tant aux artères qu'au cœur, et prenant en considération que les maladies locales des artères, comme leur inflammation et leur ramollissement, demeurent généralement bornées au point irrité, parce qu'elles n'ont pas de tendance à se propager

(1) Breschet, *le Système lymphatique*. Paris, 1836.

(2) *Anat. pathol. du corps humain*. Paris, 1834, XIII[e] livraison in-fol., fig. col.

au loin, nous sommes autorisé à conclure que les sympathies de ces vaisseaux sont faibles, ou du moins nous sommes en droit de le penser des tuniques des grosses artères.

Mais nous sommes forcé d'attribuer au système nerveux, sur l'état des artères, une influence qui est indépendante du cœur; elle nous est attestée effectivement par les changements de la turgescence de la peau dans les passions, par les congestions locales et le collapsus consécutif qu'on observe à la suite de toute excitation des parties extérieures, sous la seule influence du mouvement passionné.

Il est difficile de décider si, lorsqu'il y a affection générale des veines, celle-ci est partie originairement d'un point du système veineux, et a gagné peu à peu du terrain par sympathie, ou si la cause prochaine de la maladie a porté son action sur une grande partie du système à la fois. Cependant le système veineux présente cela de particulier qu'en général ses maladies ne sont point des affections totalement locales, comme le prouvent l'atonie des veines et les varices.

La phlébite nous donne une preuve directe de l'étendue des sympathies du système veineux. Elle se manifeste localement, sur le trajet d'une veine, par l'une des causes capables de la déterminer, telle qu'une saignée mal faite, ou la lésion d'une varice, de même qu'elle survient dans les plaies produites par les amputations, ou dans la matrice des femmes en couche; mais elle dépasse avec tant de rapidité son point de départ, qu'en peu de temps elle envahit tous les troncs veineux du membre. Aussi la phlébite entraîne ordinairement la mort, quand on ne sait pas la reconnaître et la combattre sur-le-champ : elle passe à la suppuration.

Une sympathie remarquable des veines consiste dans leur relâchement et leur ampliation au pourtour d'une tumeur avec dégénérescence du système vasculaire. Cette disposition des petites veines à perdre leur ton et à se dilater s'étend quelquefois au corps entier, dans les cas de cachexies et de dyscrasies, et donne lieu à des changements particuliers de la coloration, par exemple à des cercles bleus autour des yeux.

Tissu glandulaire.

Quoique certaines maladies, telles que les scrofules, le cancer et les tubercules, qui sont des lésions de la nutrition, attaquent spécialement le tissu glandulaire, l'affection générale de ce tissu qu'on observe alors ne saurait être expliquée par la sympathie; car il est dans la nature de ces maladies de se jeter surtout sur les glandes, et leurs envahissements ne tiennent pas tant à la propagation d'une irritation locale qu'à une prédisposition en vertu de laquelle le tissu glandulaire tombe malade partout, dès qu'il vient à être irrité sur un point. Cependant il n'est pas permis de douter que, quand une maladie commence dans une glande déterminée, elle ait plus de tendance à envahir celle-ci tout entière, par sympathie entre ses diverses parties, que les organes environnants.

Parmi les phénomènes de l'irritation sympathique du tissu glandulaire, on peut citer un fait bien connu. Tous les organes de sécrétion, de même qu'ils transmettent à leur conduit excréteur les irritations dont ils sont atteints, deviennent aussi le siége d'une irritation sympathique quand c'est leur conduit qui est irrité le premier. Ainsi la présence des aliments dans la bouche détermine une sécrétion plus abondante de la part des glandes salivaires; celle d'une sonde dans

la vessie active la sécrétion du rein (?); celle du gland rend la sécrétion du sperme plus abondante; celle de la membrane muqueuse de l'œil donne lieu à la formation d'une plus grande quantité de larmes. C'est un fait connu également qu'aussi longtemps que les aliments se trouvent encore dans l'estomac, la bile ne coule qu'en petite quantité dans le duodénum, mais que la quantité de ce liquide augmente beaucoup durant la seconde période de la digestion, quand le chyme entre en contact avec la membrane interne de l'intestin grêle, et qu'elle diminue au contraire pendant la faim.

Les matériaux qui font le sujet de cet article ont été rendus, par Bichat, accessibles à la lumière de l'anatomie pathologique, dans son *Anatomie générale*, ouvrage dans lequel on trouve plus de vrais principes d'une pathologie générale que dans la plupart des livres qui traitent spécialement de cette dernière. La propagation sympathique des états des tissus doit être expliquée par les propriétés fondamentales des cellules dont les tissus sont composés, ou dont au moins ils naissent. Or, c'est une propriété générale des cellules, et par conséquent aussi des molécules de tissu qui en proviennent, qu'elles se communiquent les états dont elles sont affectées, et se mettent en équilibre ensemble. Ce mode de propagation, commun aux végétaux et aux animaux, est généralement lent. Les effets rapides à distance n'appartiennent qu'aux animaux, et dépendent des propriétés du système nerveux.

SYMPATHIES DE TISSUS DIFFÉRENTS LES UNS AVEC LES AUTRES.

Cette seconde forme de sympathie est beaucoup plus rare que la première. Généralement parlant, une maladie se propage plus facilement d'un tissu à un autre analogue dans un autre organe, que d'un tissu quelconque à un autre différent de lui dans un même organe. La tunique muqueuse du canal intestinal entier peut devenir le siége d'une sécrétion morbide, sans que la musculaire soit simultanément affectée; la substance musculeuse du cœur peut demeurer saine au-dessous de l'enveloppe séreuse malade; la tunique musculeuse du canal intestinal peut être atteinte de spasmes sans que la muqueuse et la séreuse soient affectées; la tunique séreuse peut sécréter du liquide sans que les autres membranes d'un organe s'en ressentent: cependant il existe des sympathies de ce genre. Ici l'on doit remarquer que, si les sympathies des diverses parties d'un même tissu y produisent en général des états semblables, au contraire, dans les sympathies des tissus différents, les affections de ces tissus varient en raison de leur mode de vitalité. L'inflammation est ici aussi la seule qui se communique sans changer de nature. Les principaux phénomènes sympathiques appartenant à cette classe sont les suivants:

1° *Sympathies entre la peau et les membranes muqueuses.* — Celles-là sont très fréquentes. Beaucoup de maladies des membranes muqueuses, notamment les inflammations et les blennorrhées, ne doivent souvent naissance qu'à l'action d'une cause morbifique sur la peau, et *vice versa*. A la suite d'un refroidissement de la peau, on voit survenir la pneumonie, l'angine, l'entérite, etc., ou une affection catarrhale de ces parties, et toujours dans la membrane muqueuse de l'organe qui, en raison des circonstances individuelles, a plus de prédisposition aux maladies que la peau. L'inflammation de la membrane muqueuse du poumon ou de l'estomac succède quelquefois aux brûlures fort étendues des téguments extérieurs.

Les membranes muqueuses sont parfois affectées en même temps que la peau, dans les exanthèmes. D'un autre côté, une maladie des membranes muqueuses, par exemple, un état gastrique, change la sécrétion, la turgescence, la couleur de la peau extérieure. On peut aussi agir sympathiquement par la peau sur les membranes muqueuses, comme lorsqu'on applique le froid à l'extérieur pour arrêter les hémorrhagies de ces membranes.

2° *Sympathies entre la peau et les membranes séreuses.* — Les épanchements du liquide fourni par les membranes séreuses diminuent, en général, la sécrétion cutanée, et la suppression de cette dernière donne quelquefois lieu à des collections de liquide dans les sacs séreux, soit que la peau fût saine auparavant, soit qu'elle fût atteinte d'exanthèmes dont une cause quelconque vient troubler la marche. Enfin il n'est pas rare que des influences morbifiques qui agissent sur les téguments extérieurs déterminent l'inflammation des membranes séreuses.

3° *Sympathies entre le tissu glandulaire et les membranes muqueuses.* — J'ai déjà dit précédemment que la glande qui décharge son produit à la surface d'une membrane muqueuse est unie avec celle-ci par les liens d'une vive sympathie, qui tient, non seulement à ce que le tissu glanduleux peut être considéré comme une prolongation du conduit excréteur, et ce dernier comme une continuation de la membrane muqueuse, mais encore à ce que les glandes annexées au canal intestinal lui sont redevables de leur origine première, et proviennent, dans le principe, de son propre tissu. Nous ne devons donc point être surpris de voir l'irritation de la membrane muqueuse buccale provoquer la salivation, celle de la conjonctive amener le larmoiement, et une indigestion faire couler la salive en plus grande abondance.

4° *Sympathies entre les membranes muqueuses et les membranes séreuses.* — Il est plus rare d'observer celles-là que les précédentes.

5° *Sympathies entre les membranes fibreuses, la membrane médullaire des os et les tissus osseux et cartilagineux.* — Une relation très intime existe entre toutes ces parties. L'état du périoste influe sur celui de l'os, et *vice versa*. A l'inflammation du périoste succède fort souvent une tuméfaction de l'os sous-jacent, et dans les gonflements des os le périoste se tuméfie aussi. Après l'inflammation de la membrane médullaire, il survient une tuméfaction de toute l'épaisseur de l'os. La destruction du périoste entraîne la nécrose externe des os longs, et celle de la membrane médullaire leur nécrose interne. Ce conflit tient principalement à ce que du périoste et de la membrane médullaire partent une infinité de vaisseaux qui pénètrent de dehors en dedans et de dedans en dehors dans l'intérieur de l'os.

Un médecin attentif n'aura pas de peine à allonger cette liste d'exemples de sympathies entre des tissus de nature différente; mais l'explication qu'on doit en donner ne saurait être la même pour tous les cas. Les membranes sécrétantes sont, par elles-mêmes, et indépendamment des nerfs, en rapport d'antagonisme les unes avec les autres, à cause de l'influence que l'état de sécrétion exerce sur la masse des liquides. D'autres phénomènes, dans lesquels le changement porte moins sur la sécrétion que sur l'état tout entier de vitalité des membranes, comme ceux qui ont trait au conflit entre la peau et les membranes muqueuses, appartiennent davantage à la classe de ceux qui sont dus à une réflexion qu'on doit expliquer par

le concours des nerfs. Quant au conflit entre les glandes et les membranes muqueuses, on ignore s'il a lieu par réflexion ou par le concours des nerfs eux-mêmes, sous l'influence du grand sympathique. Enfin le conflit entre le périoste, tant externe qu'interne, et les os, s'explique au moyen des rapports entre les vaisseaux de ces parties, et des connexions de leur tissu vasculaire.

SYMPATHIES DES TISSUS AVEC DES ORGANES ENTIERS.

La maladie d'un organe entier à laquelle participe un tissu qui a beaucoup d'extension se propage aux prolongements de ce tissu par de là l'organe primitivement affecté, et, réciproquement, l'état d'un tissu peut réagir sur celui d'un organe complexe.

Des exemples de ce genre de sympathies sont fournis par les rapports des viscères avec la peau, les membranes muqueuses et les membranes séreuses.

Une cause morbifique peut trouver accès par la peau à tout organe disposé à tomber malade; d'un autre côté, des irritations exercées sur les téguments extérieurs peuvent exercer une influence dérivative sur les états morbides d'un organe placé au voisinage. Les hémorrhagies internes sont arrêtées aussi par l'action du froid sur la peau. Enfin une maladie exanthématique peut se jeter sur toutes les parties internes.

Les membranes séreuses participent toujours aux états des organes auxquels elles fournissent une enveloppe. Dans les lésions organiques des viscères, elles souffrent, non pas seulement là où elles revêtent ceux-ci, mais encore dans toute leur étendue. C'est ainsi qu'on voit survenir l'hydropisie de poitrine à la suite des maladies organiques du poumon, l'hydropéricarde après celles du cœur, l'ascite après celles du foie, de la matrice et des ovaires, l'hydrocèle après celles des testicules. Ici l'expérience nous a révélé une loi : c'est qu'ordinairement ce sont les membranes séreuses les plus rapprochées de l'organe malade qui reçoivent l'influence sympathique.

Les membranes muqueuses sont également affectées toujours dans une grande étendue lorsque les viscères viennent à être atteints de maladies auxquelles elles participent : ainsi, l'on observe la leucorrhée dans les affections organiques de la matrice. Les membranes muqueuses des bronches sont affectées dans les maladies des poumons. Les lésions organiques de l'estomac et du canal intestinal s'accompagnent fréquemment d'une constipation opiniâtre, due au défaut de sécrétion dans la membrane muqueuse du conduit alimentaire.

Toutes les fois qu'une membrane muqueuse est frappée d'inflammation, le système entier ressent l'atteinte, et les muscles placés au voisinage sont, ou gênés dans leurs mouvements, comme ceux du pharynx dans l'angine pharyngée, ou agités de spasmes, comme le diaphragme et les muscles intercostaux dans la toux irritative qui procède de la membrane muqueuse des poumons. Une irritation mécanique de la membrane muqueuse produit le même effet. On connaît les spasmes qui proviennent d'une irritation mécanique de la glotte, et le soulèvement auquel donne lieu la titillation du pharynx ; l'irritation de la membrane muqueuse de la vessie et des uretères par des calculs et par l'inflammation détermine le spasme du sphincter de l'anus et du sphincter de la vessie, ainsi que la rétraction du

testicule par le muscle crémaster. Nous avons déjà vu précédemment que l'irritation des membranes muqueuses peut occasionner des mouvements respiratoires spasmodiques, comme on en observe dans le vomissement, l'éternument, le hoquet, la toux, etc.

De toutes les membranes, les fibreuses sont celles qui ont le moins de conflit avec d'autres organes, même avec ceux qu'elles enveloppent. A cet égard, elles agissent presque comme isolateur des parties qu'elles sont destinées à protéger et à maintenir en place. Leur inflammation seule peut, en raison de la perversion du sang et du conflit des vaisseaux, donner lieu à des symptômes violents, même dans les organes qu'elles circonscrivent; c'est ainsi que l'inflammation de la dure-mère s'accompagne de symptômes cérébraux intenses.

Du reste, les sympathies des tissus avec des organes entiers trouvent leur explication, soit dans les lois de la réflexion, lorsque les parties n'ont aucune connexion les unes avec les autres, comme la peau et les organes internes, soit dans le conflit des vaisseaux et des nerfs vasculaires, quand ces parties sont unies ensemble, comme la matrice et la membrane muqueuse des organes génitaux.

SYMPATHIES D'ORGANES ENTIERS ENTRE EUX.

Quoique l'idée fondamentale de l'organisme implique nécessairement qu'un organe peut agir sur tous les autres, cependant la transmission des états a lieu plus facilement entre les organes de certains systèmes qu'entre ceux de certains autres. Voici quelles sont les sympathies qui se rangent ici :

1. Sympathies entre des organes qui se ressemblent, eu égard à leur structure et à leur fonction, entre les diverses glandes salivaires, entre le cœur et les vaisseaux sanguins, entre l'estomac et le canal intestinal, entre les organes centraux du système nerveux.

2. Sympathies entre les organes qui, bien qu'ayant une structure différente, appartiennent à un même système, comme les diverses parties de l'appareil chylopoiétique (canal alimentaire, glandes, rate), de l'appareil uropoiétique, de l'appareil génital, de ces deux derniers entre eux, et de l'appareil respiratoire (larynx, trachée-artère, poumon).

3. Sympathies entre les organes qui sont mis en communication anatomique par des vaisseaux et par des nerfs, comme les poumons et le cœur.

4. Sympathies entre tous les viscères importants et les organes centraux du système nerveux. Ici se rapportent l'affection concomitante du cerveau dans l'inflammation des viscères, du foie, des poumons, du conduit alimentaire, les affections de l'estomac et du foie, la polycholie, l'hépatite, après les lésions et les irritations du cerveau, etc.

Les phénomènes sympathiques de cette espèce s'expliquent, tantôt par la dépendance dans laquelle les organes d'un même système ou des parties ayant entre elles des connexions anatomiques, sont de mêmes points d'irradiation de l'influence nerveuse; tantôt par l'influence des parties centrales du système nerveux sur tous les organes. Ce qui semble annoncer que l'influence des organes centraux joue un rôle supérieur à celui de la communication du nerf grand sympathique, c'est qu'il y a certaines sympathies totalement inexplicables par la liaison des nerfs ou par la connexion anatomique, comme celles qui ont lieu entre les mamelles et les par-

ties génitales, entre le larynx, les organes respiratoires et l'appareil reproducteur, à l'époque du développement de la puberté, chez les personnes livrées à la débauche et chez les hommes mutilés par la castration. D'autres sympathies encore ne se prêtent jusqu'à présent qu'à la seule explication par la réflexion : telles sont celles de la parotide et du testicule, organes dont les affections inflammatoires se jettent quelquefois de l'un sur l'autre.

SYMPATHIES DES NERFS EUX-MÊMES.

On peut classer de la manière suivante les faits qui se rapportent ici.

Sympathies des nerfs avec les parties centrales du système nerveux.

Pour agir d'une manière conforme à la nature, les nerfs exigent l'influence continuelle des organes centraux, comme le prouvent les expériences dans lesquelles Sticker, Longet et moi nous avons vu un nerf séparé depuis quelque temps du cerveau et de la moelle épinière perdre entièrement son irritabilité. Mais les organes centraux peuvent subir aussi des changements de la part des nerfs. Les phénomènes qui viennent à l'appui de cette assertion ont déjà été relatés en partie dans le chapitre des mouvements réflexes. Il est une foule de circonstances où nous nous servons de ce conflit pour obtenir la guérison de maladies des organes centraux. Ainsi, nous excitons la moelle épinière en irritant les nerfs auxquels elle donne naissance, par des frictions avec la brosse ou autrement, par des sinapismes, des vésicatoires, le moxa, le séton, etc. Nous agissons sur le cerveau et le cordon rachidien, par l'intermédiaire des nerfs, au moyen des bains froids et chauds, des bains de surprise, de l'eau froide versée goutte à goutte sur divers points de la peau. Tous ces faits étaient connus jusqu'ici ; mais on connaissait moins les faits physiologiques d'où l'on peut les dériver. Aujourd'hui nous sommes en mesure, à l'aide des phénomènes qui ont été exposés en traitant de la réflexion, de concevoir nettement la manière dont s'accomplit ce genre de conflit. Sur quelque partie du corps, de la peau surtout, qu'on fasse agir une irritation mécanique, galvanique ou chimique, on peut déterminer, dans les nerfs qui en proviennent, un effet centripète violent qui, lorsqu'il se répète souvent, est en état de ranimer le travail languissant de la vie dans les parties du cerveau et de la moelle épinière d'où ces nerfs naissent, et d'agir ainsi indirectement sur d'autres parties des organes centraux. De ces considérations, il résulte, pour la thérapeutique, que nous avons deux manières d'influencer les organes centraux :

1° En agissant directement sur eux par des substances ingérées dans le canal intestinal ou appliquées à la peau, et qui passent dans le sang, méthode qui se montre inefficace dans une multitude de circonstances ;

2° En agissant sur les nerfs qui naissent des organes centraux, autre méthode dont la thérapeutique obtient les meilleurs effets.

Sympathies entre les nerfs de mouvement et les nerfs de sentiment.

Dans le cas précédent, nous n'avons considéré le changement opéré dans les organes centraux eux-mêmes qu'autant qu'il avait lieu par des impressions sur les

nerfs de sentiment. Ici nous allons parler des réactions qu'à cette occasion les organes centraux exercent sur d'autres nerfs de sentiment ou de mouvement. L'excitation centripète des nerfs sensitifs ne se borne point à agir sur les organes centraux : elle est réfléchie aussi par ces organes. Cette réflexion a également lieu entre des nerfs sensitifs différents. Voilà pourquoi nous parvenons à exciter certains nerfs de sentiment qui sont inaccessibles à nos moyens directs, comme ceux de l'ouïe et de la vue, en stimulant d'autres nerfs sensitifs qui ont de l'affinité avec eux et au point de vue physiologique et à celui de leur origine. C'est là-dessus que se fonde le traitement de la dureté d'ouïe et de l'amblyopie par les irritants de la peau, etc. Des impressions réfléchies de nerfs sensitifs sur des nerfs moteurs, par l'intermédiaire de la moelle épinière et du cerveau, nous servent à guérir quelquefois des paralysies locales de certains nerfs, par exemple du facial, comme dans le cas de blépharoptose, etc. Dans tous ces procédés thérapeutiques, éprouvés depuis longtemps, comme aussi dans ceux qui sont consignés au paragraphe précédent, nous voyons dès à présent nos connaissances physiologiques et nos connaissances pratiques se lier ensemble de la manière la plus intime. Quel progrès que celui de savoir qu'on peut et comment on peut influer d'une manière salutaire sur des mouvements en excitant des sensations par des moyens artificiels !

Sympathies des nerfs pairs.

Ici se placent surtout les nerfs de sens pairs, comme les deux optiques, les acoustiques, les olfactifs et les nerfs du système ciliaire.

Dans les cas d'affection primitive d'un seul œil, où l'irritation n'a primordialement agi que sur ce dernier, il arrive quelquefois à l'autre œil d'être atteint de la même maladie. Lorsqu'un œil a été détruit par l'inflammation, l'autre éprouve parfois aussi le même sort. Les affections de l'oreille interne ne demeurent pas toujours isolées. Celui qui a perdu l'ouïe d'un côté ne la conserve pas constamment du côté opposé. Les sympathies des nerfs moteurs de l'œil, et en particulier des nerfs ciliaires, sont assez connues. C'est aussi à ces sympathies qu'il faut rapporter l'égalité d'ouverture des deux pupilles, malgré la différence des impressions extérieures qui agissent sur l'un et sur l'autre œil. Les sympathies des nerfs pairs se manifestent très fréquemment dans les névralgies : on voit fort souvent le tic douloureux d'un côté de la face être suivi de l'apparition du même accident de l'autre côté. L'odontalgie qui dépend de la carie d'une dent ne reste pas limitée au lieu où se fait sentir l'irritation ; parfois aussi elle se fait sentir dans les nerfs pairs du côté opposé.

Sympathies des nerfs moteurs entre eux.

Les nombreux phénomènes d'association de mouvements qui se rapportent ici, et qui consistent en ce qu'à l'occasion d'un mouvement d'autres mouvements sont involontairement excités, ont été énumérés et expliqués précédemment.

Sympathies des nerfs sensitifs.

Les sympathies des nerfs de sentiment nous apparaissent sous trois formes pri-

pales, qui ne diffèrent que par l'étendue et l'éloignement des parties mises en
nsensus.

1° Une sensation vive, excitée sur un seul point, se propage dans des nerfs de ême espèce ou dans d'autres fibres nerveuses du même nerf. Telles sont les irraations des sensations dans les parties voisines de la peau, à la suite d'une forte ûlure purement locale. L'explication de ces phénomènes a été donnée en traint de l'irradiation.

2° Un nerf de sentiment communique l'impression qu'il a reçue à un nerf sentif d'une autre espèce, mais dans le même organe. Cette espèce de sympathie observe principalement entre les nerfs sensoriels proprement dits et les nerfs acssoires des organes de sens. En effet, outre les sensations proprement dites que ocure chaque organe de sens, il fait encore éprouver, mais par d'autres nerfs, s sensations générales de la résistance, de la chaleur, du froid, du plaisir, de la ouleur. Le nerf optique n'est apte qu'à sentir la lumière, et, suivant Magendie, ne jouit pas du toucher ordinaire; cependant l'œil éprouve des sensations de ucher au moyen et des rameaux de la première branche du nerf trijumeau qui distribuent à la conjonctive, et des nerfs ciliaires. Ce sont donc là des nerfs accesires ou auxiliaires de l'œil. L'organe auditif possède, outre le nerf acoustique, s nerfs accessoires, provenant du facial, du glosso-pharyngien, du grand sympaique, de la seconde et de la troisième branche du trijumeau, enfin du ganglion ique, qui se répandent dans la caisse du tympan, et sur lesquels nous revienons dans la physiologie spéciale de chaque nerf. C'est à ces nerfs, répandus dans membrane muqueuse de la cavité tympanique, et à ceux fort nombreux du pallon de l'oreille et du conduit auditif externe, que sont dues les sensations tactiles l'organe de l'ouïe. Le nez n'est pas seulement le siége de l'odorat au moyen des rfs olfactifs, qui, suivant Magendie, ne peuvent sentir autre chose que des leurs; il reçoit aussi, par les nerfs nasaux de la seconde branche du trijumeau, vives impressions tactiles, telles que les sensations de résistance, de chaleur, froid, de chatouillement, de douleur, etc. La langue, comme chacun sait, t susceptible de recevoir et les impressions des saveurs et les impressions du ucher.

L'un de ces modes de sentir peut être aboli dans chaque organe sensoriel, quoiue l'autre persiste. Mais les nerfs sensitifs et les nerfs tactiles des organes de sens nt susceptibles de réagir vivement les uns sur les autres par sympathie. La cécité ui survient quelquefois après les lésions du nerf frontal a été placée parmi les hénomènes de ce genre, quoiqu'il soit encore douteux qu'elle y doive être ranée. On croit que la lésion du nerf frontal réagit sur le tronc de l'ophthalmique, 'où émane le nerf naso-ciliaire qui fournit la longue racine du ganglion ophthalique. Mais les nerfs ciliaires ne peuvent paralyser que l'iris, et ils n'ont pas ce ouvoir à l'égard de la rétine, qui n'a aucune connexion avec eux. Je trouve eaucoup plus naturel d'attribuer la cécité qui s'observe après les contusions de la égion frontale à la commotion de l'œil et du nerf optique. Cette manière de voir st appuyée par la critique que Walther (1) a publiée des anciens faits relatifs à amaurose et aux lésions des nerfs sus-orbitaires: il démontre que nous ne possé-

(1) *Journal fuer Chirurgie und Augenheilkunde*, 1840, t. XXIX, p. 505.

dons pas une seule observation sur laquelle on puisse compter, ou que le fait lui-même est incertain : la seule chose dont il admette la possibilité, c'est que les lésions traumatiques des nerfs sus-obitaires influent par sympathie sur la nutrition de l'œil. Beaucoup d'autres phénomènes nous fournissent des exemples irrécusables de réaction des nerfs sensitifs : tels sont les démangeaisons qu'on ressent dans le nez après avoir regardé le soleil, les frissonnements que font éprouver certains sons, etc. L'explication qu'on doit donner de ces phénomènes n'est point douteuse d'après les principes que j'ai posés en traitant de la mécanique des nerfs.

3° Ce qui vient d'être dit du rapport entre les nerfs sensitifs et leurs nerfs accessoires est vrai aussi des sympathies plus éloignées qui ont lieu entre les organes des sens et les viscères du bas-ventre. On a quelquefois observé, dans les troubles des fonctions des organes abdominaux, l'amblyopie, des bourdonnements d'oreilles, etc. Beaucoup d'auteurs expliquent également ces phénomènes en admettant que le nerf grand sympathique prend part aux fonctions des organes des sens. Mais on les conçoit bien plus aisément à l'aide, et de l'impression que les changements des nerfs abdominaux produisent dans les organes centraux, et de la réflexion de cette impression sur les organes sensoriels. On ne peut pas considérer les changements que les organes des sens subissent dans les maladies du bas-ventre comme des phénomènes isolés ; le système nerveux tout entier a souvent subi aussi une altération ; des céphalalgies opiniâtres précèdent l'affection des organes sensoriels, ou les accompagnent, et la sensibilité générale de tous les nerfs sensitifs, des nerfs rachidiens, est altérée.

Après avoir passé en revue les différentes formes des sympathies, il est nécessaire de jeter un coup d'œil sur l'emploi que la thérapeutique fait de ces dernières. La théorie de la statique du consensus nous apprend que nous devons bien nous garder d'accroître l'état maladif de l'organe A par des actions dirigées sur l'organe B ; mais elle nous indique aussi les moyens de modifier l'organe A, qui est inaccessible pour nous, à l'aide de changements convenables déterminés dans l'organe B. Les méthodes curatives fondées sur ce principe portent les noms de dérivation et d'antagonisme, attendu qu'elles tendent à provoquer un certain changement dans un organe pour faire cesser un état quelconque dans un autre organe. Voici quels sont les cas qui peuvent se présenter :

1° Accroître l'activité de la partie malade A, en exaltant celle de la partie B, qui sympathise avec elle.

2° Diminuer l'irritation de la partie A, en relâchant la partie B, avec laquelle elle est unie par les liens de la sympathie. C'est principalement des sympathies nerveuses qu'on doit attendre cet effet, surtout dans les points où les lois de la réflexion des nerfs sensitifs sur les organes centraux et de ceux-ci sur les nerfs moteurs trouvent à s'appliquer. L'expansion périphérique des nerfs cutanés fournit au médecin un vaste champ pour agir d'une manière indirecte sur le cerveau et la moelle épinière. Ainsi, on accroît l'activité des organes centraux, ou bien on calme leur irritation, suivant qu'on stimule celle des extrémités périphériques des nerfs dans la peau par des frictions, l'électricité, le moxa, les bains froids, les sinapismes, etc., ou qu'on la diminue par des bains tièdes.

3° Diminuer la sécrétion morbide de la partie A, en augmentant celle de la par-

tie B, ou en provoquant une sécrétion analogue dans cette dernière. L'effet produit ainsi est absolument inverse de celui qui a lieu dans le cas précédent. Là l'impression faite sur A en détermine une semblable en B ; ici l'impression reçue par A amène un résultat contraire en B. Cette contradiction s'explique par l'antagonisme des diverses sécrétions. Tout accroissement d'une sécrétion doit être considéré comme une soustraction faite à la masse des humeurs, de sorte qu'il modifie l'équilibre de la répartition des liquides dans le corps. C'est ainsi qu'il faut envisager l'effet des vésicatoires et des cautères, quand une partie interne est disposée à des sécrétions morbides, celui des diurétiques dans les hydropisies, etc. Seulement, il est à remarquer qu'on diminue rarement la sécrétion morbide d'une membrane muqueuse en activant celle d'une autre membrane muqueuse, c'est-à-dire d'un tissu identique, parce que les états analogues tendent à s'exaspérer mutuellement, plutôt qu'à se contrebalancer, dans les tissus de même espèce.

4° Diminuer la congestion du sang dans l'organe A, en déterminant une congestion sanguine dans l'organe B. Tel est l'effet des pédiluves chauds. Ce cas ressemble au précédent ; il est l'inverse des deux premiers, et il s'explique de la même manière.

5° Diminuer l'état x dans la partie A, en provoquant un état différent de celui-là, y, dans la partie B. On se sert fréquemment de cette méthode avec les plus grands avantages. La sécrétion et l'inflammation doivent être considérées, surtout dans les parties chargées de sécréter, comme deux états presque opposés. L'inflammation supprime toujours les sécrétions naturelles ; aussi traite-t-on l'angine avec succès par des moyens propres à exciter la diarrhée. Cette méthode est susceptible également de s'appliquer à des tissus de nature différente. La diarrhée diminue les congestions vers la tête ; mais il s'agit là d'un cas qui rentre déjà dans la catégorie de ceux du paragraphe précédent.

6° Diminuer l'état x dans l'organe A par la provocation du même état x dans l'organe B. Ce cas paraît être contradictoire à la plupart de ceux qui précèdent, et l'explication en est fort difficile. Si l'on voulait susciter une inflammation artificielle tout au voisinage d'une partie enflammée, loin de diminuer la maladie primitive, on ne ferait que l'exaspérer, surtout dans les parties formées d'un même tissu, et qui ont de la tendance à se communiquer leurs états. Cependant il arrive quelquefois qu'une inflammation provoquée dans l'organe B, à quelque distance de l'organe A enflammé, fait cesser cette dernière phlegmasie. On traite certaines ophthalmies par des inflammations de la peau qu'on fait naître à quelque distance de l'œil. On détermine des phlegmasies cutanées dans les maladies des articulations, etc. Le résultat de cette méthode semble prouver qu'entre les états irritatifs des vaisseaux capillaires de deux organes, surtout quand ceux-ci sont différents de tissu, ne règne pas ce rapport de réflexion que nous avons vu, dans les paragraphes premier et second, être si prononcé entre les parties périphériques et les parties centrales, et qui fait que l'irritation des branches nerveuses de la périphérie, au lieu de diminuer celle des organes centraux, ne fait que l'exaspérer.

SECTION IV.

DES PROPRIÉTÉS DE CHAQUE NERF EN PARTICULIER.

CHAPITRE PREMIER.

Des propriétés des nerfs sensoriels.

Les nerfs ayant toujours été considérés comme des conducteurs du conflit entre nos organes et le monde extérieur, les médecins n'ont vu, dans ceux des appareils sensoriels, que de simples conducteurs pour les qualités des objets du dehors, hypothèse d'après laquelle les cordons nerveux ne feraient en quelque sorte que transmettre passivement les propriétés des corps à la conscience, sans rien changer à l'impression qu'elles font. Dans ces derniers temps, quelques physiologistes ont commencé à analyser ces idées de transmission passive des impressions par les nerfs. Si les nerfs ne sont que des conducteurs passifs pour les impressions de la lumière, du son, des odeurs, comment se fait-il que celui qui est chargé de l'olfaction soit accessible aux impressions des substances odorantes seulement, qu'il ne le soit point à celles des autres, et que nul autre nerf que lui ne le soit non plus à celles-là; que le nerf qui sent la matière ou les oscillations de la lumière ne sente point les vibrations des corps conducteurs du son, que le nerf auditif soit insensible à la lumière, que le nerf gustatif ne puisse point apprécier les odeurs, que les nerfs tactiles ne sentent point les vibrations des corps comme son, mais comme tremblement? Ces considérations ont mis les physiologistes dans la nécessité d'attribuer à chaque nerf sensoriel une réceptivité spécifique pour certaines impressions, réceptivité en vertu de laquelle il n'est conducteur que de certaines qualités, et ne joue ce rôle à l'égard d'aucune autre.

Telle était la théorie contre laquelle ne s'élevait pas le moindre doute, il y a dix ou vingt ans. Mais, en la comparant avec les faits, on la trouva bientôt insuffisante. Effectivement, une même cause, telle que l'électricité, peut agir sur tous les organes des sens à la fois; tous ont de la réceptivité pour elle, et cependant chaque nerf sensoriel la perçoit d'une autre manière; elle fait que l'un voit de la lumière, qu'un autre entend un son, qu'un troisième sent une odeur, qu'un quatrième éprouve une saveur, qu'un cinquième ressent de la douleur et une commotion. Une même irritation mécanique fait apercevoir à un nerf une image lumineuse, entendre à un autre des bourdonnements, sentir de la douleur à un troisième. L'accroissement de l'excitation du sang produit, dans un organe, une sensation spontanée de lumière, dans un autre du bruissement, dans un autre du prurit, de la douleur, etc. Quiconque reconnaissait la nécessité de tirer les conséquences de ces faits, devait entrevoir que la réceptivité spécifique des nerfs pour certaines impressions ne suffit point, puisque, tous les nerfs sensoriels étant accessibles à une

même cause, chacun d'eux la sent autrement que les autres : aussi quelques physiologistes pensèrent-ils qu'un nerf sensoriel n'est point un conducteur passif, et que chaque nerf d'un organe de sens spécial possède certaines forces ou qualités inaliénables, que les causes de sensation ne font qu'exciter et rendre apparentes ou phénoménaliser. *La sensation est donc la transmission à la conscience, non d'une qualité ou d'un état de corps extérieurs, mais d'une qualité ou d'un état de nos nerfs, état auquel donne lieu une cause extérieure.* Nous ne sentons pas le couteau qui nous cause la douleur, mais l'état douloureux de nos nerfs. L'oscillation, peut-être mécanique, de la lumière, n'est point en elle-même une sensation de lumière : quand bien même elle pourrait arriver à la conscience, elle n'y produirait que la sensation d'une oscillation ; ce n'est qu'en agissant sur le nerf optique, intermédiaire entre la cause et la conscience, qu'elle est sentie comme lumière. Les vibrations des corps ne sont point, par elles-mêmes, des sons ; le son ne résulte que de la sensation obtenue par la qualité du nerf acoustique ; car les mêmes vibrations du corps en apparence sonore ne font naître que la sensation d'un tremblement dans le nerf tactile. Ainsi, c'est uniquement par les états que les causes extérieures suscitent dans nos nerfs que nous entrons en rapport avec le monde du dehors, quant aux sensations.

Cette vérité, qui ressort d'une analyse simple et impartiale des faits, non seulement nous mène à reconnaître que les différents nerfs de sentiment sont animés de forces spéciales, indépendamment de la différence générale qui existe entre eux et les nerfs moteurs, mais encore nous indique le moyen de débarrasser à jamais la physiologie d'une foule d'erreurs qui concernent l'aptitude prétendue des nerfs à se remplacer les uns les autres. On sait depuis longtemps que les aveugles ne peuvent point distinguer les couleurs, comme telles, avec les doigts ; mais nous en concevons l'impossibilité d'après des faits qui sont explicatifs pour un grand nombre d'autres faits. A quelque degré de perfection que l'exercice puisse amener le toucher des doigts chez un aveugle, il ne cesse jamais d'être une qualité des nerfs tactiles, c'est-à-dire toucher.

Ceci donne aussi la réfutation des hypothèses relatives à une prétendue compensation du nerf optique ou du nerf olfactif par le nerf trijumeau.

On a refusé le nerf optique à quelques animaux privés d'yeux, tels que la taupe et le protée, et l'on a prétendu que, chez eux, la sensation de la vue avait lieu par la branche ophthalmique du nerf trijumeau. Cependant, pour ce qui concerne la taupe, il ne s'agit ici que d'un fait mal observé, et le protée est probablement dans le même cas. La taupe a un nerf optique fort grêle et un chiasma très délié aussi, ainsi que Henle me l'a fait voir. On a dit que, chez les cétacés, où le nerf olfactif est extrêmement petit et rudimentaire, d'après Blainville, Mayer et Treviranus, mais où finalement il existe, ce nerf est remplacé par les branches nasales du trijumeau (1). Ce qui prouve combien cette assertion manque de fondement, c'est qu'il n'y a pas une seule circonstance qui atteste, même de la manière la plus éloignée, que les cétacés jouissent de l'odorat. Magendie a cru pouvoir démontrer que le nerf olfactif n'est point le nerf de l'olfaction, et que la faculté de sentir les odeurs doit être dévolue aux nerfs nasaux du trijumeau (2). Ses argu-

(1) Treviranus, *Biologie*, t. V, p. 342.
(2) Magendie, *Journal de physiol.*, t. IV, p. 169.

ments sont tirés de ce que la destruction des nerfs olfactifs n'abolit pas la faculté de sentir le vinaigre, l'ammoniaque, l'huile de lavande et l'huile animale de Dippel; car, lorsqu'on introduisait ces substances dans les cavités nasales, l'animal se frottait le nez avec ses pattes et éternuait. Mais, comme l'a fait voir Eschricht (1), et comme chacun l'aperçoit aisément, la seule chose qui découle de là, c'est que les nerfs olfactifs sont uniquement nerfs d'olfaction, et qu'ils ne sont pas nerfs tactiles du nez, puisque toutes les substances qui viennent d'être énumérées excitent aussi la sensibilité générale de la membrane pituitaire, qui dépend des branches nasales du trijumeau. La viande ne provoque que la sensation de l'odeur, et, en ce qui la concerne, Magendie lui-même avoue qu'après avoir été enveloppée dans du papier, elle n'était plus sentie par un chien chez lequel on avait pratiqué la destruction des nerfs olfactifs. Des faits, rapportés par Rudius, Rolfink, Magnenus et Oppert, Baillou, Loder et Serres, prouvent que l'homme ne jouit pas du sens de l'odorat quand les nerfs olfactifs manquent ou qu'ils sont détruits (2). Cependant Méry et Bérard prétendent avoir observé l'odorat chez des sujets qui avaient une induration des nerfs olfactifs ou des lobes antérieurs du cerveau (3). Mais qui nous dit qu'ils ne se sont pas trompés, comme Magendie, en confondant les sensations tactiles du nez avec les sensations olfactives (4)?

On admettait autrefois que, chez les poissons, le nerf auditif est remplacé par le trijumeau. Scarpa et Cuvier croyaient encore à cette substitution. Weber (5) nous apprend que, chez quelques poissons, comme le *Silarus Glanis* et la *Muræna Anguilla*, le nerf trijumeau envoie un filet à l'acoustique. Mais, suivant cet anatomiste, il y a un nerf accessoire de l'organe auditif, qui naît tantôt du cerveau même, tantôt du nerf trijumeau ou du vague, et qui va se rendre à l'ampoule du canal postérieur et au sac. Les raies ont un nerf accessoire de l'acoustique, qui tire son origine du cerveau même. D'après Buechner (6), le nerf acoustique accessoire qui se rend au sac et à l'ampoule postérieure n'est pas non plus, chez quelques poissons osseux, une branche fournie par d'autres nerfs, mais un faisceau spécial, qui émane de la moelle allongée. Schlemm et d'Alton ont observé, dans la lamproie, un nerf acoustique accessoire, allant au labyrinthe, qui provient du facial. J'ai fait la même remarque chez les myxinoïdes. Il ne faut pas non plus attacher trop d'importance à l'observation que le nerf acoustique accessoire naît quelquefois d'autres nerfs : ce n'est là sans doute qu'une simple juxtaposition de fibres différentes, de même que, dans le nerf lingual de l'homme, qui est réellement à la fois nerf gustatif et nerf tactile de la langue, nous sommes obligés d'admettre la coadnation de fibres totalement différentes, les unes pour le goût, et les autres pour le toucher. Voilà pourquoi la physiologie ne peut tirer aucun parti de

(1) *Diss. de function. primi et quinti paris in olfactorio organo.* MAGENDIE, *Journal*, t. VI, p. 339.

(2) *Comp* ESCHRICHT, *loc. cit.* — BACKER, *Comment. ad. physiol.* Utrecht, 1830.

(3) MÉRY, *Hist. de l'anat.*, par PORTAL, t. III, p. 603. — MAGENDIE, *Journal de physiologie*, t. V, p. 17.

(4) Bérard, en rapportant le fait cité, ajoute lui-même (MAGENDIE, *Journal*, t. V, p. 22) que les renseignements sur la sensibilité olfactive du malade n'avaient été pris qu'après l'ouverture du cadavre, et il exprime sa conviction qu'ils étaient fautifs. (*Note du trad.*)

(5) *De aure et auditu.* Leipsick, 1820.

(6) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. II, liv. 2.

l'observation faite par Treviranus (1), qui assure que le nerf du vestibule est une branche du facial chez quelques oiseaux. Dans l'oie, ce nerf est une branche de l'acoustique, et le nerf facial ne fait que passer immédiatement auprès de lui. D'ailleurs, que prouverait pour la physiologie la juxtaposition, dans une même gaîne, de fibres exerçant des fonctions différentes?

Le nerf gustatif paraît ne jamais constituer un nerf à part, et il semble que ses fibres soient toujours renfermées dans d'autres nerfs.

On a observé la perte du goût par l'effet d'une lésion du nerf trijumeau dans certaines maladies (2). Des faits analogues ont été recueillis par Bishop et Romberg (3). Mais on a vu l'inverse aussi, c'est-à-dire la langue conserver sa faculté gustative dans des cas où elle avait perdu sa sensibilité tactile, et où les organes auxquels se distribue le trijumeau étaient tous devenus insensibles (4). Les résultats des expériences physiologiques sont également contradictoires. Magendie a vu la section du nerf lingual entraîner la perte du goût, qui a eu lieu aussi dans les expériences de Mayo et dans celles que j'ai faites avec Gurlt et Kornfeld. Suivant Panizza (5), au contraire, le goût persiste chez les animaux après la section de ce nerf : ils essaient bien de manger le pain, le lait, la viande, qu'on leur présente mêlés avec de la coloquinte ou du bois de quassie, mais ils laissent sur-le-champ ces substances de côté, tandis qu'ils les avalent sans difficulté après la section du nerf glosso-pharyngien. En conséquence, Panizza regarde le lingual comme un simple nerf tactile, et le glosso-pharyngien comme présidant à la fonction du goût, opinion qu'ont adoptée Valentin et Bruns.

En tout cas, le nerf glosso-pharyngien ne saurait être simplement sensitif, car sa racine est mixte, en partie ganglionneuse, en partie dépourvue de ganglions ; une portion de ses filets se distribue seulement à un muscle, le stylo-pharyngien, et, lorsqu'on irrite sa racine, on détermine des convulsions dans ce muscle.

Dans les expériences faites par Gurlt, Kornfeld et moi, le goût persistait d'une manière bien prononcée après la section du glosso-pharyngien. Ces expériences présentent de grandes difficultés, et celui qui les exécute peut être la dupe de plus d'une illusion. Les chevaux, dès qu'ils ont faim, mangent le fourrage imprégné des choses les plus amères, alors même que leurs nerfs sont dans un état parfait d'intégrité. La présence ou l'absence de la faculté gustative chez eux doit être conclue, non pas de ce qu'ils mangent des substances amères, mais de la manière dont ils les mangent (6). Les expériences d'Alcock (7) n'ont point eu de résultat décisif ; la faculté de sentir les saveurs amères était abolie après la section du glosso-pharyngien ; après celle du lingual, elle ne manquait qu'à la partie antérieure de la langue. Probablement les deux nerfs jouissent de la faculté de transmettre l'impression des saveurs.

(1) TIEDEMANN'S *Zeitschrift*, t. V.

(2) PARRY, *Elements of pathol. and therap.*, t. V, p. 1.

(3) MUELLER'S *Archiv*, 1834, p. 132 ; 1838, p. 305.

(4) MUELLER'S *Archiv*, 1840, p. 72.

(5) *Ricerche sperimentali sopra i nervi*. Pavie, 1834.

(6) *Voy.* KORNFELD, *De functionibus nervorum linguæ experimenta*. Berlin, 1836.

(7) *Lond. med. Gaz.*, 1836. — Les expériences de Longet (*Anat. et physiol. du syst. nerv.*, 1842, t. II, p. 226) ne sont pas non plus favorables à la doctrine de Panizza.

Au reste, le nerf lingual est susceptible aussi de sensations tactiles; c'est à lui et au glosso-pharyngien que la langue doit d'être sensible à l'action mécanique des objets extérieurs et à la douleur. La section de ce nerf est fort douloureuse, observation qui a été faite par Magendie, par Desmoulins et par moi. Peut-être renferme-t-il des fibres spéciales juxtaposées pour les sensations du goût et pour celles du toucher. La corde du tympan peut, en tout cas, être comprise dans la portion tactile.

Les fibres gustatives peuvent s'annexer à des nerfs très différents. Chez les oiseaux, le nerf gustatif est une branche du glosso-pharyngien, et chez les grenouilles, il vient du nerf vague.

Magendie dit avoir observé la cessation de presque toutes les fonctions sensorielles après la section du tronc du nerf trijumeau dans le crâne (1). Il admettait l'abolition de la vue parce que l'animal ne remarquait pas la lumière d'une lampe. Mais il arrive souvent aux lapins de ne pas se montrer sensibles à cette lumière, sans qu'on ait besoin pour cela de leur couper le nerf trijumeau. Magendie lui-même avoue qu'en faisant tomber la lumière solaire sur l'œil, dans un endroit obscur, l'animal opéré fermait ses paupières, et que cet effet devenait encore plus prononcé lorsqu'on réunissait les rayons de la lumière au moyen d'une lentille. Il prouve ensuite, par des expériences sur les animaux, ce que nous savons malheureusement d'après un grand nombre de faits observés sur l'homme, que le nerf trijumeau ne peut point sentir la lumière quand le nerf optique est frappé de paralysie; mais il pense que sa sensibilité est au moins nécessaire pour que le nerf optique déploie complétement la faculté de voir. Il croit aussi à la nécessité du nerf trijumeau pour l'audition. Si, après la section d'un nerf aussi volumineux que le trijumeau, l'animal n'est pas sur-le-champ apte à devenir le sujet d'autres expériences d'irritation, tout ce qu'il est permis de conclure de là, c'est que la lésion a été considérable. Nous savons que la section de gros troncs nerveux, celle du nerf optique lui-même, a entraîné de fâcheux accidents nerveux. Suivant moi, le nerf trijumeau n'exerce absolument aucune influence ni sur la vue ni sur l'audition et l'olfaction. Chez un épileptique, qui était atteint d'ophthalmie et d'opacité de la cornée du côté droit, qui par conséquent était privé de la faculté visuelle de cet œil, et chez lequel il survint ensuite insensibilité de la paupière, du nez et de la langue à droite, surdité de l'oreille droite, et état scorbutique des gencives, Serres observa une dégénérescence de la grande portion du nerf trijumeau, jusqu'au pont de Varole (2). Mais la cécité était la conséquence de l'opacité de la cornée, et, quant à toutes les autres altérations de sens, elles s'expliquent sans peine par les convulsions que la dégénérescence du cerveau avait suscitées au côté droit. Du reste, les conséquences tirées de ce fait sont complétement réfutées par un autre cas de dégénérescence du tronc entier du nerf trijumeau (3), dans lequel l'individu était frappé d'insensibilité de tout le côté gauche de la tête, du nez, de la langue, de l'œil, bien qu'il conservât pleinement la faculté de voir (4).

(1) *Journal de physiol.*, t. IV, p. 302.

(2) MAGENDIE, *Journal de physiologie*, t. V, p. 232.

(3) MUELLER's *Archiv*, 1834, p. 132.

(4) *Cons.* l'ouvrage de Longet (t. II, p. 191 et suiv.) pour les faits pathologiques relatifs au nerf trijumeau.

CHAPITRE II.

Des propriétés des nerfs non sensoriels.

Nerfs oculaires.

L'influence du nerf oculo-musculaire commun et du nerf naso-ciliaire sur l'iris mérite une étude particulière. Desmoulins dit que, d'après les expériences de Fowler, de Reinhold et de Nysten, on détermine la contraction de l'iris en galvanisant la troisième paire (1). Celles de Mayo ont établi que le nerf oculo-musculaire commun provoque les mouvements de l'iris par la courte racine du ganglion ophthalmique, et que la longue racine de celui-ci, provenant du nerf naso-ciliaire, ne prend aucune part à ces mouvements (2).

Voici quels sont les résultats des expériences faites sur treize pigeons vivants, animaux qui, d'après les recherches de Muck (3), ont deux racines à leur ganglion ophthalmique, l'une venant du nerf oculo-musculaire, l'autre fournie par le nerf trijumeau.

1° La section du nerf optique dans le crâne détermine la dilatation de la pupille, qui ne se contracte plus ensuite, quelque vive que puisse être la lumière. Magendie aussi a observé l'ampliation de la pupille et l'immobilité de l'iris après la section du nerf optique sur des chiens et des chats : mais, chez les lapins et les cochons d'Inde, cette opération était suivie de rétrécissement et d'immobilité de l'iris.

2° La section du nerf oculo-musculaire commun dans le crâne d'un pigeon vivant produit le même résultat ; dans les deux cas, c'est-à-dire tant après la section du nerf optique qu'après celle de l'oculo-musculaire, l'œil conserve sa sensibilité à la surface.

3° La section du nerf trijumeau dans le crâne n'apporte aucun changement dans les mouvements de l'iris ; mais la surface de l'œil perd sa sensibilité, dont elle est redevable aux branches du nerf ophthalmique qui se répandent dans la conjonctive.

4° Lorsqu'on fait agir une irritation mécanique sur le nerf optique dans le crâne d'un lapin vivant, ou immédiatement après la décapitation, l'iris se contracte constamment, et la pupille se rétrécit, phénomènes qui ont été vus aussi par Flourens (4).

5° La même chose a lieu quand on tiraille le nerf oculo-musculaire commun.

6° Les irritations mécaniques de la cinquième paire n'exercent aucune influence sur la pupille.

7° Quand on coupe le nerf optique dans le crâne d'un lapin, immédiatement après la décapitation, et qu'on irrite la portion unie à l'œil, la pupille ne subit

(1) *Anat. du syst. nerveux.* Paris, 1825, t. II, p. 692.
(2) *Anatomical and physiological commentaries.* Londres, 1823. — MAGENDIE, *Journal*, t. III, p. 348.
(3) *De ganglio ophthalmico.* Landshut, 1815.
(4) *Recherches sur les propriétés et les fonctions du système nerveux.* Paris, 1842.

aucun changement; mais, si l'action mécanique porte sur la partie du nerf qui tient au cerveau, la pupille se rétrécit, tout comme si le nerf optique n'avait point été coupé.

8° La section de la cinquième paire n'apporte aucune modification à l'état de la pupille.

9° Après la section de la troisième paire, l'irritation du nerf optique, que celui-ci d'ailleurs soit entier ou coupé, n'exerce aucune influence sur la pupille (1).

De ces expériences on peut conclure en toute certitude que le nerf oculo-musculaire commun communique la force motrice au ganglion ophthalmique et aux nerfs ciliaires, que la lumière n'agit pas immédiatement sur les nerfs ciliaires, mais que l'irritation de la rétine et du nerf optique agit sur le cerveau, qui, à son tour, réagit sur le nerf oculo-musculaire commun et la courte racine motrice du ganglion ophthalmique. Cette conclusion découle aussi du fait bien connu que, dans le cas d'amaurose ou de paralysie de la rétine, l'iris de l'œil atteint n'est plus susceptible de se mouvoir lorsque la lumière tombe sur ce dernier, tandis qu'il se meut quand la lumière frappe l'autre œil. Il suit, en outre, des expériences de Mayo, que la sensibilité générale de l'œil dépend du nerf trijumeau, qui procure la sensibilité à la conjonctive par des branches du nerf ophthalmique, et à l'intérieur de l'œil par la longue racine du ganglion ophthalmique. Les ramifications du nerf grand sympathique président à la nutrition de l'œil; nous avons déjà vu comment ce nerf influe sur la nutrition de l'œil par son union avec le ganglion ophthalmique, et que la destruction du ganglion cervical supérieur est suivie d'ophthalmie avec exsudation. La section du nerf trijumeau entraîne l'immobilité de l'iris, chez les lapins, les cabiais, les chiens et les chats, d'après les expériences de Magendie; la pupille est alors dilatée chez les chiens et les chats, rétrécie chez les cochons d'Inde et les lapins (2). Il doit y avoir ici une réaction sur le cerveau.

J'ai dit précédemment que, quand le nerf oculo-musculaire commun fait mouvoir l'œil, l'iris se trouve aussi entraîné à exécuter des mouvements. Le cas dans lequel le resserrement de l'iris a lieu le plus aisément est celui où l'on tourne l'un des yeux en dedans, et il s'accomplit dans les deux yeux alors même qu'il n'y en a qu'un seul qui change de situation.

Comme les axes visuels sont convergents et les yeux plus tournés en dedans qu'à l'ordinaire lorsqu'on regarde un objet rapproché, qu'au contraire les deux yeux

(1) M. Cl. Bernard a étudié l'influence de la paralysie de la troisième paire sur les mouvements de la pupille (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1850). Après la destruction du nerf moteur oculaire commun (troisième paire), la pupille reste élargie et immobile ; de sorte qu'on admet que c'est ce nerf qui généralement anime les mouvements de l'iris. Cependant cette paralysie de la pupille, qui est alors réelle pour les rayons lumineux, peut cesser sous d'autres influences. Ainsi, que l'on coupe la troisième paire dans le crâne sur des lapins, aussitôt après la pupille devient dilatée et immobile en même temps qu'il se produit un strabisme externe. Mais, si, immédiatement après, ou le lendemain de l'opération, on applique de la belladone sur cet œil dont l'iris semble paralysé, on voit cependant la pupille se dilater encore. Les mouvements de constriction y sont de même encore possibles sous l'influence de la douleur ; car, si l'on pince un rameau de la cinquième paire, ou si l'on coupe ce nerf dans le crâne, on voit aussitôt la pupille se contracter énergiquement, absolument comme si le nerf de la troisième paire n'avait pas été coupé. É. L.

(2) Desmoulins, *Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 712.

sont plus écartés l'un de l'autre quand on regarde un corps éloigné, il résulte de là que la pupille devient beaucoup plus étroite dans le premier cas, et beaucoup plus large dans le second.

Les mouvements de l'iris ne sont pas plus volontaires chez les oiseaux que chez nous : la pupille de ces animaux devient fort étroite lorsqu'on s'approche d'eux et qu'on excite leurs passions.

La pupille rétrécie pendant le sommeil peut se resserrer encore davantage par l'irritation de la lumière, comme nous l'apprennent des observations de Hawkins rapportées par Mayo. Au moment du réveil, elle s'élargit par quelques contractions irrégulières.

L'anatomie comparée confirme en général les résultats de la physiologie. Les nerfs ciliaires consistent partout en des filets du nerf oculo-musculaire commun et du nerf nasal. On remarque à cet égard les différences suivantes :

1° Des branches du nerf oculo-musculaire commun et du nerf nasal s'unissent ensemble comme racines du ganglion ophthalmique (1). Les nerfs ciliaires sont des branches tantôt du ganglion, et tantôt du nerf nasal lui-même. Cet état de choses a lieu, d'après les recherches de Muck et de Tiedemann, dans le chien, le lièvre, le bœuf, la brebis, la chèvre, le cerf, le chevreuil, le cochon, le hibou, le pigeon, le perroquet, l'oie, le dindon, le vanneau, et aussi, selon Bojanus, dans la tortue.

2° Le ganglion appartient immédiatement à la racine du nerf oculo-musculaire commun, et une partie des nerfs ciliaires qui en proviennent se rendent à l'œil, tandis que les autres s'unissent en arcade avec les nerfs ciliaires du nerf nasal, qui, en partie aussi, se rendent seuls à l'œil. Tel est le cas du chat, du faucon, du héron, du corbeau, de la poule, du canard, du merle et de l'étourneau. Je le regarde comme une simple variété du précédent.

3° Muck a trouvé, chez le lapin, qu'il n'y avait aucune connexion entre la racine du nerf oculo-musculaire commun et celle du nerf nasal, et que les deux nerfs fournissaient chacun à part les nerfs ciliaires. D'après Retzius, ce ganglion est situé presque dans la gaîne du nerf oculo-musculaire.

4° Desmoulins prétend qu'il n'y a point de nerfs ciliaires du nerf nasal chez le lapin, le cabiai et le rat d'eau, de sorte que là ce serait l'oculo-musculaire commun seul qui fournirait les nerfs ciliaires. Il assure également que ces animaux, comme es rongeurs en général, n'ont point de ganglion ophthalmique (?).

5° Il n'existe pas d'animal à iris mobile qui ne reçoive des nerfs ciliaires de oculo-musculaire commun, et chez lequel ces nerfs proviennent uniquement du asal. Le nerf oculo-musculaire commun demeure toujours la source principale des erfs ciliaires, tant que l'iris est mobile. A la vérité, Muck et Tiedemann avaient

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 388) a eu occasion de voir, chez l'homme, une acine motrice très manifeste, allant du *nerf moteur oculaire externe* au ganglion ophthalmique. cite aussi une observation de paralysie complète du nerf oculo-musculaire commun, dans launelle il y avait persistance des mouvements de l'iris. Le malade ayant succombé à une autre ffection, on trouva, à l'autopsie, un rameau qui se rendait du moteur oculaire externe au ganlion ophthalmique. Ailleurs Longet dit qu'il possède une pièce sur laquelle on constate l'absence e ce ganglion (chez l'homme). Les filets de l'oculo-musculaire commun et d'autres venant du asal se rendaient *directement* à l'iris. A. Lauth (*Man. de l'anatomiste*, Strasbourg, 1829) rapporte que son père avait rencontré une fois cette même anomalie. (*Note du trad.*)

prétendu qu'il n'y a point de ganglion ophthalmique chez le cheval, et que le nerf oculo-musculaire de cet animal ne fournit pas non plus de nerfs ciliaires; mais Retzius a trouvé le ganglion, qui est d'une petitesse extraordinaire, et il a vu les deux racines qui le produisent par sa réunion (1). C'est probablement aussi par erreur que Muck a prétendu que, chez l'écureuil, le nerf oculo-musculaire commun ne contribue en rien à la production des nerfs ciliaires.

6° L'iris est immobile chez presque tous les poissons. Muck et Tiedemann ont trouvé, dans le *Salmo Hucho*, des nerfs ciliaires provenant de l'oculo-musculaire et du nasal, qui s'unissaient en partie ensemble; dans la carpe, ces nerfs émanaient de l'oculo-musculaire. D'après les recherches de Schlemm et de d'Alton, les poissons ne diffèrent pas des autres animaux quant aux nerfs ciliaires; ils ont trouvé partout les deux racines ordinaires (2).

7° Chez les mammifères, le nerf abducteur se distribue aussi au muscle suspenseur, et chez les oiseaux il donne des filets aux muscles de la membrane nictitante.

8° Chez les cétacés, le nerf trijumeau fournit aussi des branches oculo-musculaires, selon Rapp et Bruns. La même chose a lieu chez la lamproie, suivant Schlemm et d'Alton.

9° D'après Schlemm, la lamproie n'a que deux nerfs oculo-musculaires, l'oculo-moteur et le pathétique, qui s'unissent dans l'orbite.

10° Les myxinoïdes, qui n'ont pas de muscles oculaires, manquent des troisième, quatrième et sixième paires cérébrales.

Quant à l'influence du cerveau sur les nerfs oculaires, Desmoulins et Magendie disent qu'après la section des pédoncules du cervelet allant au pont de Varole, chez les mammifères, l'œil du côté de la blessure se dirige en avant et en bas, celui du côté opposé en haut et en arrière. Le même phénomène eut lieu après la section du pont de Varole.

Nerf trijumeau.

J'ai déjà parlé fort au long de la portion sensitive et de la portion motrice de ce nerf, en traitant des nerfs du sentiment et du mouvement; j'ai fait voir que sa première branche et la seconde donnent des filets exclusivement sensitifs, tandis que la troisième, produite par le mélange des deux portions du nerf, fournit et des rameaux sensitifs et des rameaux moteurs, savoir, parmi les premiers, le dentaire inférieur, le temporal superficiel, le lingual, et, parmi les seconds, le massétérin, le buccinateur, les temporaux profonds, le ptérygoïdien, le mylo-hyoïdien.

Ce nerf important, qui entretient le sentiment dans la partie antérieure et latérale de la tête, ainsi que dans la portion céphalique des membranes muqueuses (conjonctive, membrane pituitaire, membrane muqueuse de la bouche), et qui, par sa petite portion, est en même temps nerf moteur des muscles servant à la mastication, communique par chacune de ses trois principales branches avec le grand sympathique; ce qui fait que très probablement il entre aussi des fibres organiques dans la composition de ses rameaux.

1° La première de ces anastomoses est celle du nerf naso-ciliaire avec le ganglion

(1) *Isis*, 1827, p. 907.
(2) MUELLER, *Archiv*, 1837, LXXVIII.

ophthalmique, qui reçoit un filet du grand sympathique. On reconnaît aisément, chez le bœuf, que la première branche du trijumeau reçoit aussi des fibres organiques de la partie du grand sympathique qui s'unit avec le nerf abducteur.

2° La seconde est celle de la seconde branche avec le grand sympathique, au moyen du ganglion sphéno-palatin, là précisément où le filet pétreux profond du nerf vidien, qui vient de la partie carotidienne du grand sympathique, s'unit avec la seconde branche du trijumeau. Dans le bœuf, le rameau profond du nerf vidien, qui provient manifestement du grand sympathique, fournit non seulement des filets au ganglion sphéno-palatin, mais encore beaucoup d'autres filets qui vont gagner la seconde branche du trijumeau. Le rameau superficiel du nerf vidien, qui se rend de la seconde branche du trijumeau au nerf facial, paraît avoir une tout autre signification que le rameau profond, allant du grand sympathique à la seconde branche du trijumeau. Arnold le regarde comme émanant réellement de cette seconde branche, et allant se mêler avec le nerf facial. Bidder dit qu'il sert à faire passer des fibres motrices du facial dans les filets de la seconde branche du nerf trijumeau destinés aux muscles du palais (1). Le nerf vidien des serpents, entre la seconde branche du trijumeau et le facial, donne une branche musculaire au rétracteur de la mâchoire supérieure. Cependant la portion motrice du trijumeau fournit en devant une branche allant au nerf vidien, de laquelle peut provenir ce filet musculaire. Chez les oiseaux, d'après les observations de Schlemm, le grand sympathique communique, par le moyen d'un nerf analogue au vidien, non avec la seconde branche du trijumeau, mais avec la première, dans l'orbite.

3° La troisième anastomose entre le grand sympathique et le trijumeau est celle qui a lieu avec la troisième branche, par le moyen du ganglion otique (2). Ce ganglion communique avec le tronc de la troisième branche, aux ramifications de laquelle il envoie des fibres organiques. D'après Bendz, il fait partie des nerfs végétatifs qui, partis du ganglion cervical supérieur, accompagnent l'artère carotide externe, puis la maxillaire interne, et ensuite la méningée moyenne.

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, p. 443 et 450) considère la plus grande partie du rameau superficiel du nerf vidien comme la *racine motrice* du ganglion sphéno-palatin, et la fait provenir du nerf facial. Il l'assimile à la racine motrice que l'oculo-musculaire commun envoie au ganglion ophthalmique. Cet auteur a expliqué comment la déviation de la luette se produit dans certains cas d'hémiplégie faciale due à la lésion de la septième paire (*facial*), en prouvant que ce nerf, par l'intermédiaire du rameau superficiel du nerf vidien (grand nerf pétreux), envoie les filets aux muscles élévateurs du voile du palais (palato-staphylins et péristaphylins internes). Pour lui, ces filets sont les analogues des filets ciliaires moteurs de l'iris : aussi, dit-il, de même que la lésion de l'oculo-musculaire commun détermine la paralysie de l'iris, de même aussi la lésion du nerf facial, *avant l'hiatus de Fallope*, paralyse en partie le voile du palais. Mais, comme cette dernière paralysie ne saurait se produire si la lésion siége au-dessous de hiatus, qui livre passage au grand nerf pétreux, la remarque de Longet pourrait guider les pathologistes dans leur diagnostic sur le siége de la cause paralysante, en les autorisant à dire que la lésion morbide se rapproche plus ou moins du centre nerveux, selon que la déviation de la luette accompagne ou non l'hémiplégie faciale. (*Note du trad.*)

(2) Arnold, *Ueber den Ohrknoten*. Heidelberg, 1828. — *Comp.* Schlemm, dans Froriep, *Notizen*, n° 660. — Mueller, dans Meckel's *Archiv*, 1832, p. 67. — Hagenbach, *Disq. circa musc. auris internæ, adjectis animadversionibus de ganglio otico*. Bâle, 1833. — Bendz, *De anastomosi Jacobsonii et ganglio Arnoldi*. Copenhague, 1833. — *Voy.*, sur l'histoire de ce ganglion et de ses nerfs, Mueller's *Archiv*, 1837, p. 284.

Du ganglion partent deux nerfs qui vont à la caisse du tympan ; l'un de ces nerfs appartient au ganglion lui-même ; l'autre semble seulement en venir, et il est une branche du ptérygoïdien interne, ainsi que Schlemm l'a prouvé. Cette seconde branche est le nerf moteur du muscle interne du marteau, que Comparetti a découvert. Chez le veau, il traverse le ganglion otique. L'autre nerf, appelé petit pétreux superficiel, et qui naît du ganglion lui-même, pénètre dans un canal particulier du rocher, qui est situé en avant et au côté externe de l'entrée de l'aqueduc de Fallope, passe de ce canal dans la caisse du tympan, et s'unit avec l'anastomose de Jacobson. Il donne aussi une petite branche au genou du nerf facial. Cette anastomose, dont l'arc principal repose sur le promontoire de la cavité tympanique, unit le nerf tympanique du ganglion otique avec le rameau carotico-tympanique du grand sympathique et le rameau tympanique du ganglion pétreux du nerf glosso-pharyngien, en une anse de nerfs organiques. La branche du nerf glosso-pharyngien paraît ne pas venir de ce nerf, mais s'y rendre au contraire, et mêler des fibres organiques avec lui à l'endroit du ganglion pétreux.

Tout cet appareil de fibres nerveuses organiques, qui part du ganglion otique, semble destiné à mêler des fibres organiques avec la troisième branche du nerf trijumeau, la septième paire de nerfs et la neuvième, et à pourvoir de ces fibres la caisse du tympan, notamment sa membrane muqueuse. Au contraire, le ganglion otique paraît n'avoir aucune relation avec l'ouïe. On conçoit maintenant, au milieu d'une telle quantité de fibres organiques qui sont entrelacées avec le nerf trijumeau, pourquoi, dans les expériences de Magendie, la section de ce dernier nerf altérait les fonctions nutritives de l'œil, de la gencive et de la langue ; on entrevoit aussi pourquoi les membranes muqueuses de l'œil, du nez et de la caisse du tympan ont de la tendance à être prises simultanément d'affections catarrhales.

Le ganglion maxillaire, situé au rameau lingual de la troisième branche du nerf trijumeau, ressemble au ganglion ophthalmique, en ce qu'il est composé de fibres organiques et de filets du système nerveux de la vie animale. D'après les observations de Haller, de Bock, et d'Arnold, il reçoit du ganglion cervical supérieur un filet qui lui arrive avec l'artère faciale. De ce filet et de la masse ganglionnaire peuvent fort bien dépendre les effets organiques que le ganglion exerce sur la sécrétion de la salive dans la glande sous-maxillaire. En outre, le ganglion reçoit, selon Arnold, une branche de la corde du tympan annexée au nerf lingual, tandis que le tronc de cette corde continue de rester dans ce dernier. Comme la corde du tympan vient du nerf facial, qui est un nerf moteur, ce filet peut rendre raison de l'action motrice exercée par les filets que le ganglion maxillaire envoie au canal de Wharton. Ensuite Arnold indique encore quelques filets qui se détachent du nerf lingual lui-même pour aller gagner le ganglion maxillaire, et qui peuvent servir à entretenir la sensation dans la glande et son conduit excréteur. Ainsi ce ganglion ressemble à l'ophthalmique, eu égard à ses racines provenant de trois sources différentes. D'après Arnold, il donne des filets gris tant à la glande qu'à son conduit et au nerf lingual.

L'anatomie comparée du nerf trijumeau est encore enveloppée d'une certaine obscurité. Cependant ce nerf se comporte, chez les animaux supérieurs, à peu près comme chez l'homme, par rapport tant à sa distribution qu'à ses propriétés

physiologiques. Il est le principal nerf sensitif de la face ; ainsi, d'après Rapp (1), les fibres sensitives des follicules d'où sortent les poils des moustaches chez les animaux, proviennent du nerf sous-orbitaire, tandis que c'est le nerf facial qui préside aux mouvements des follicules.

Chez les animaux dont le museau est doué d'un toucher très développé, le nerf sous-orbitaire a toujours plus de volume qu'ailleurs. La même chose a lieu chez ceux qui sont pourvus d'une trompe.

Je remarque, dans les serpents et les lézards, que la première branche du nerf trijumeau forme son ganglion, indépendamment de la seconde et de la troisième. Chez plusieurs animaux, la première branche renferme des filets destinés aux muscles oculaires. C'est ce qu'on observe dans les cétacés, d'après Rapp et Bruns, dans la lamproie, selon Schlemm et d'Alton, dans la grenouille, suivant Volkmann (2).

Chez la grenouille, au dire de Volkmann, la cinquième paire donne une branche qui traverse la caisse du tympan et va gagner la branche glosso-pharyngienne du nerf vague, ou le glosso-pharyngien.

Dans les torpilles, la région antérieure de l'organe électrique reçoit aussi une branche du trijumeau, tandis que les principaux nerfs de cet appareil sont des ramifications de la paire vague. Dans les raies, une branche du trijumeau se rend aux irradiations des tubes mucipares sous la peau. Dans les carpes, le nerf vague et le dernier nerf cérébral, qui va aux muscles de la nageoire pectorale, reçoivent aussi une portion du trijumeau, d'après les recherches de Weber (3), qui a trouvé également, chez la lotte, une branche du trijumeau allant à la nageoire jugulaire.

E.-H. Weber a découvert que, chez plusieurs poissons, indépendamment de la branche du nerf vague qui suit la ligne latérale, dans les muscles du tronc, jusqu'à la queue, il y a encore un autre nerf longitudinal provenant du trijumeau. Tels sont le *Silurus Glanis* et la lotte (4). Ce nerf latéral du trijumeau s'unit de la manière la plus intime avec les nerfs rachidiens, ce que ne fait pas celui qui provient de la paire vague.

Nerf facial.

Le nerf facial est le principal nerf moteur de la face. Son domaine comprend tous les muscles de la face et de l'oreille jusqu'à l'occipital ; de plus, il domine encore quelques autres muscles, comme le ventre postérieur du digastrique (dont l'antérieur est pourvu par le mylo-hyoïdien), le stylo-hyoïdien et le peaucier (5).

(1) *Die Verrichtungen des fuenften Nervenpaares*. Leipzick, 1832.

(2) MUELLER's *Archiv*, 1837, LVII, LXXIX ; 1838, p. 76.

(3) MECKEL's *Archiv*, 1827, p. 313.

(4) *De aure et auditu*. Leipzick, 1820. — MECKEL's *Archiv*, 1827, p. 304.

(5) D'après Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 457), le nerf facial préside encore à la contraction de tous les muscles du voile du palais, excepté le péristaphylin externe (*tenseur de ce voile*), animé par la racine motrice du trijumeau. C'est par l'entremise du grand nerf pétreux et du ganglion sphéno-palatin que, selon lui, le facial se distribue aux muscles péri-staphylin interne et palato-staphylin, et par celle du rameau anastomotique envoyé par le facial au glosso-pharyngien que celui-là (facial) parvient aux muscles glosso-staphylins et pharyngo-staphylins.

De là vient qu'il est à la fois et le nerf de la physionomie et le nerf respirateur de la face, en tant qu'il se trouve affecté toutes les fois que les mouvements de la respiration s'exécutent avec plus d'énergie qu'à l'ordinaire, ou avec effort, surtout chez les hommes d'une constitution affaiblie.

A mesure que les muscles de la face et l'expression physionomique des passions diminuent chez les animaux, le volume du nerf devient aussi moins considérable. Chez les animaux pourvus d'une trompe mobile, il est très gros, et, dans l'éléphant, celle de ses branches qui se rend à la trompe égale le nerf sciatique de l'homme, tandis que les branches de la cinquième paire se rendent à l'extrémité tactile du prolongement du nez. Les moustaches mobiles des animaux reçoivent les filets nerveux de leurs muscles du nerf facial, pendant que la sensibilité des follicules dépend du nerf sous-orbitaire (1). Chez les oiseaux, le nerf facial cesse d'être nerf de la physionomie; il ne conserve ce caractère, et ne sert ainsi à l'expression des passions, que chez certains oiseaux qui ont la faculté de redresser les plumes mobiles de leurs oreilles et celles de leur cou: du reste, il ne se répand plus que dans les muscles correspondants à ceux qui, chez l'homme, reçoivent de lui des filets conjointement avec ceux de la face, savoir: les muscles abaisseurs de la mâchoire, les élévateurs de l'hyoïde et le peaucier. Il continue d'être nerf moteur partout où il existe, et c'est par malentendu que Treviranus a cru trouver en lui un exemple de la possibilité qu'un nerf change de fonction, parce que sa fonction motrice cesse presque entièrement chez les oiseaux. Loin qu'il en soit ainsi, le nerf facial ne cesse pas d'être, chez les animaux comme chez l'homme, un nerf musculaire proprement dit. Dans les tortues, sa distribution est la même que chez les oiseaux. Chez les serpents et les lézards, on voit passer, immédiatement derrière la troisième branche du trijumeau, un nerf particulier, comparable au facial, qui se porte en dehors: il donne une branche au nerf vague en arrière, et reçoit, par un canal osseux de la base du crâne, un filet comparable au nerf vidien, qui communique avec la seconde branche du trijumeau. Le tronc du facial se répand dans le muscle placé entre l'os carré et la mâchoire inférieure, qui sert à abaisser cette dernière; il se distribue aussi, chez les lézards, dans le muscle cutané.

Chez les grenouilles, un nerf comparable au facial se rend, d'après Volkmann, au ganglion du nerf trijumeau, mais se prolonge plus loin, comme branche sympathique de la cinquième paire, et va se jeter dans la branche laryngée du nerf vague. La branche laryngée est un rameau du glosso-pharyngien. On peut comparer cette anastomose à celle que l'on rencontre quelquefois, chez l'homme, entre le facial et le glosso-pharyngien.

Dans les poissons osseux, le nerf facial ne forme pas un cordon distinct; il est probablement renfermé dans la cinquième paire, dont il constitue le rameau operculaire.

Chez les plagiostomes, un nerf analogue au facial s'isole, et chez les cyclostomes

D'où résulte, dit-il, que le nerf facial anime non seulement les muscles constricteurs et dilatateurs des orifices nasal et buccal, mais encore ceux qui dilatent et resserrent l'orifice bucco-pharyngé. (*Note du trad.*)

(1) Bell, *Exp. du syst. nat. des nerfs*, Paris. 1825, in-8, p. 55.

le nerf facial naît à part du cerveau. Born, Schlemm et D'Alton l'ont vu dans la lamproie, et je l'ai remarqué aussi chez les myxinoïdes.

Cloquet et Hirzel prétendent que le nerf pétreux superficiel, qui provient du nerf vidien, et qui va de la seconde branche du trijumeau au genou du facial, ne fait que s'annexer à ce dernier, qu'il s'insinue dans sa gaîne, et que c'est lui qui s'en sépare de nouveau, sous la forme de corde du tympan, pour aller gagner le nerf lingual. Cependant, d'après les recherches d'Arnold, cette assertion est erronée, parce qu'à moins d'user de violence, on ne peut parvenir à démontrer une telle disposition. Suivant Varrentrapp (1), le nerf pétreux superficiel, après avoir atteint le facial, ne se borne point à s'y accoler, mais se confond en partie avec lui, de manière qu'il n'y en a qu'une partie qui passe sur le genou de ce nerf, sans s'unir intimement avec lui. Il pense que ce prolongement doit déjà être considéré comme corde du tympan, et, si on l'en croit, le tronc de la corde du tympan peut être poursuivi, dans le nerf lingual, jusqu'au voisinage du ganglion maxillaire, où il se partage en deux branches, dont l'une se jette dans ce ganglion, et l'autre continue de marcher dans le nerf lingual. Selon Arnold (2), la corde du tympan marche dans la gaîne du nerf lingual, contracte très souvent des connexions avec lui, et finit par se diviser en deux filets, l'un plus petit, qui se plonge dans le ganglion maxillaire, l'autre plus gros, qui se perd dans le nerf lingual. Comme les branches du ganglion maxillaire se répandent, non pas seulement dans la glande sous-maxillaire, mais encore sur son conduit excréteur, ainsi que l'a vu Arnold, ce qu'il y a de plus admissible jusqu'à présent, au dire de cet anatomiste, c'est que les mouvements du conduit excréteur tiennent à ces filets nerveux de la corde du tympan provenant du nerf facial moteur. Arnold a donné une explication de cette anastomose qui ne me paraît pas vraisemblable (3). En général, cependant, il a lui-même déjà porté son attention sur le rôle du ganglion maxillaire par rapport aux mouvements du conduit de Wharton (4).

(1) *Obs. anat. de parte cephalica nervi sympathici.* Francfort, 1831.

(2) *Kopftheil des vegetativen Nervensystems*, Heidelberg, 1831, p. 119.

(3) *Loc. cit.*, p. 183.

(4) La paralysie du nerf facial a montré qu'il exerçait une certaine influence sur l'audition et la gustation :

1° *Influence sur l'audition.* C'est à M. le docteur Landouzy qu'appartient le mérite d'avoir démontré par l'expérience clinique l'action du nerf facial dans l'appareil acoustique. M. Landouzy, dans son mémoire, *Bull. de l'Acad. de méd.*, 1851, t. XVI, p. 376, observe qu'à part une remarque fugitive de M. le professeur Roux, l'exaltation de l'ouïe n'avait jamais été notée par aucun pathologiste comme symptôme de l'hémiplégie faciale, lorsqu'il y a deux ans il en fit l'objet d'une communication verbale à la Société médicale de Reims. Plusieurs observations nouvelles ayant, depuis, confirmé ses premières conclusions, on peut inscrire aujourd'hui l'exaltation de l'ouïe au nombre des signes les plus fréquents et les plus intéressants de l'hémiplégie faciale, indépendante de toute affection cérébrale. D'un autre côté, M. Longet (*Traité de physiologie*, 1850, t. II, p. 363), s'emparant de la remarque de M. le professeur Roux, avait dit : « A l'aide d'expériences ingénieuses, Savart a démontré que la membrane du tympan, desséchée et recouverte de sable, exécute, sous l'influence d'un corps sonore, quand on l'abandonne à elle-même, des mouvements tels que les grains de sable peuvent être lancés à trois ou quatre centimètres de hauteur; tandis que, quand le muscle interne du marteau agit, et que, par conséquent, la membrane est tendue, il devient difficile de produire des mouvements appréciables dans les corpuscules indiqués. De sorte, ajouta-t-il, qu'on serait induit à penser que les usages de ce petit muscle consistent comme

Nerf glosso-pharyngien.

Le nerf glosso-pharyngien des oiseaux s'unit par une branche avec le nerf vague; il finit par se répandre dans la langue, dont il est le nerf gustatif, selon Weber, et, au moyen d'une seconde branche, tant à la partie supérieure du larynx qu'à l'œsophage. Bischoff a décrit aussi, dans l'iguane, un nerf glosso-pharyngien

ceux de l'iris, à préserver l'organe des impressions trop fortes qu'il pourrait recevoir dans certaines circonstances. Dès lors, dans le cas de paralysie du nerf facial *à son origine*, et, par conséquent, du muscle interne du marteau qu'il anime par l'extrémité du ganglion otique, il est permis de pressentir que l'on devrait observer une susceptibilité anomale de l'ouïe, analogue à celle qui survient du côté de l'organe de la vue, quand l'iris est dilaté et immobile par suite d'une paralysie du nerf moteur oculaire commun. En effet le professeur Roux, dans son récit de l'hémiplégie faciale qu'il eut en octobre 1821, dit avoir éprouvé, pendant toute la durée de la maladie, un phénomène fort singulier; c'était une disposition de la membrane du tympan à être douloureusement ébranlée par les sons un peu forts. Cette particularité, sur laquelle l'attention des observateurs ne s'est point dirigée, a dû se reproduire un certain nombre de fois; d'ailleurs elle confirme pleinement ce qui précède, en même temps qu'elle révèle au moins une partie du rôle que le facial ou son accessoire (nerf de Wrisberg) est appelé à remplir dans l'audition. »

Ainsi, M. Longet est disposé à expliquer l'exaltation de l'ouïe dans l'hémiplégie faciale par la paralysie du nerf du muscle interne du marteau.

2° *Influence sur la gustation.* Il faut aussi placer parmi les symptômes de l'hémiplégie faciale la diminution de la gustation. M. Cl. Bernard (*Recherches anatomiques et physiologiques sur la corde du tympan*, *Annales médico-psychologiques*, mai 1843) établit comme conséquence des dissections nombreuses qu'il a faites sur l'homme et sur les animaux : 1° Que la corde du tympan est un rameau émané du facial, allant se réunir avec le nerf lingual de la cinquième paire; 2° que la corde du tympan n'existe que chez les mammifères, et que, lorsque chez les oiseaux et les reptiles cette anastomose nerveuse disparaît, le nerf lingual proprement dit, et par suite la faculté gustative s'effacent aussi; 3° que le nerf lingual et la corde du tympan sont dans des rapports invariables; constamment ces deux nerfs se réunissent peu après l'origine du nerf lingual; 4° que les rapports du ganglion sous-maxillaire et de la corde du tympan sont au contraire excessivement variables chez les animaux. Puis il démontre, par des expériences directes, que la destruction de la corde du tympan sur des chiens amène une diminution dans la faculté gustative, limitée à la moitié de la langue qui correspond au côté où la corde du tympan a été coupée. Cette modification sensoriale n'est point une abolition complète de la gustation, mais un simple affaiblissement de cette faculté, qui a perdu son instantanéité et présente alors une grande lenteur dans sa manifestation. Elle est toujours indépendante de la sensibilité tactile de la membrane muqueuse linguale, qui ne subit elle-même aucune diminution. Cherchant ensuite à déterminer comment l'influence motrice de la corde du tympan peut modifier la gustation, il fait voir que c'est non pas en agissant sur l'excrétion salivaire du canal de Wharton, ainsi que cela avait été soutenu par certains physiologistes, mais bien en agissant d'une manière spéciale sur le tissu papillaire lingual, qui constitue l'intermédiaire entre le corps sapide et le nerf sensorial chargé de l'apprécier.

Dans un deuxième mémoire sur ce même sujet : *De l'altération du goût dans la paralysie du nerf facial* (*Archives générales de médecine*, janvier 1845), M. Cl. Bernard confirme les résultats des expériences sur les animaux par des observations faites sur l'homme, et montre que cette diminution de la gustation doit être placée au nombre des symptômes réguliers de la paralysie du facial; seulement, elle peut manquer quelquefois, lorsque la cause paralysante ne siége pas assez haut dans le trajet spiroïde pour léser simultanément le rameau tympanique.

De ce travail il paraîtrait résulter que c'est par la corde du tympan, mais en tant que nerf moteur, que le nerf facial influe sur la gustation.

M. Duchenne (*Recherches électro-physiologiques et pathologiques sur les propriétés et les*

illant à la langue. Chez les serpents à sonnettes, j'ai vu le glosso-pharyngien passer out entier dans le nerf vague, qui donne aussi un rameau lingual. Suivant Volkmann, il n'y a, chez les grenouilles, que la branche glosso-pharyngienne de la paire vague qu'on puisse comparer au glosso-pharyngien. Chez les poissons, on a

usages de la corde du tympan, *Archives générales de médecine* 1850, p. 385), n'acceptant pas que la corde du tympan soit un nerf moteur, se croit en mesure d'établir qu'elle est un nerf de sensibilité générale et gustative, et que c'est seulement en vertu de cette propriété qu'elle agit sur le sens du goût et la sensibilité tactile des deux tiers antérieurs de la langue. Les travaux de Bischoff, Gaedchens et Barthold, ont fait, du faisceau accessoire de Wrisberg, la racine sensible du nerf facial. Toutefois, les expériences ne parurent pas favorables à cette manière de voir; mais M. Cusco (*Thèse*, Paris 1848) la fit valoir par des dissections comparatives sur l'homme et sur les animaux. « Le petit faisceau de substance, dit-il, que l'on voit entre le nerf facial et l'acoustique, et sur lequel s'implante le nerf intermédiaire, n'appartient ni au faisceau latéral du bulbe, ni au corps restiforme proprement dit; mais il est la continuation directe de la partie la plus interne du cordon médian postérieur de la moelle. La conclusion naturelle de ceci est que le nerf intermédiaire doit être considéré, quant à son origine, comme l'analogue d'une racine postérieure ou sensitive. » De plus, M. Cusco a déterminé anatomiquement que la corde du tympan est une émanation du faisceau accessoire de Wrisberg. Outre cette origine, la corde du tympan peut recevoir la sensibilité par une anastomose directe établie par deux ou trois filets entre le lingual de la cinquième paire et la corde du tympan.

Laissant maintenant l'anatomie de côté, M. Duchenne tente de démontrer, par des recherches électro-physiologiques, la fonction de sensibilité générale et de goût qu'il attribue à la corde du tympan. Voici le procédé qu'il a institué pour diriger l'excitation galvanique sur la corde du tympan, sans perforer la membrane qui la protége. La tête étant inclinée de manière à placer dans une direction perpendiculaire le conduit auditif externe, on y injecte une quantité d'eau suffisante pour en remplir la première moitié. On y plonge ensuite un fil métallique, ayant soin de ne pas le mettre en contact avec la membrane ou avec les parois du conduit auditif. Après avoir attendu que l'espèce de bourdonnement produit par l'impression du liquide sur la membrane du tympan ait disparu, on met l'excitateur auriculaire en rapport avec un des conducteurs d'un appareil d'induction, et l'on ferme le courant en plaçant sur la nuque un excitateur humide (une éponge humide enfoncée dans un cylindre), qui lui même communique avec le second conducteur de cet appareil. L'appareil qui sert à ces expériences doit être approprié à la délicatesse de l'organe sur lequel on agit, c'est-à-dire que le minimum de la puissance doit être à peine appréciable en appliquant les excitateurs métalliques sur l'extrémité de la langue, et qu'il doit pouvoir se graduer avec précision et sur une échelle d'une grande étendue M. Duchenne a fait ces expériences sur lui-même et sur des physiologistes curieux d'éprouver les sensations qu'il provoquait. L'appareil étant gradué au minimum, et l'excitateur placé dans le conduit auditif droit, la première perception fut celle d'un bruit sec. Puis, la graduation augmentant, on éprouve très nettement un chatouillement dans le côté droit de la langue et à la réunion de son tiers postérieur avec son tiers moyen. Enfin, quand l'excitation est suffisamment énergique, il se manifeste un phénomène d'une haute importance au point de vue physiologique: c'est la production d'une sensation gustative spéciale.

De ces expériences qui montrent que l'excitation de la corde du tympan produit d'abord un chatouillement, puis une sensation gustative, M. Duchenne conclut que ce nerf sert à la sensibilité générale et à la sensibilité spéciale; et il combat l'opinion de M. Bernard, attribuant la sensation gustative développée par la galvanisation de ce nerf à une propriété motrice qu'il exercerait sur les papilles linguales.

On sait que l'hémiplégie faciale produite par la paralysie de la septième paire, se complique quelquefois de l'altération du sens du goût, dans les deux tiers antérieurs de la langue et du côté paralysé. Par des recherches électro-pathologiques faites sur ce sujet, M. Duchenne arrive au même résultat, c'est-à-dire que l'altération de la sensibilité gustative et générale qui complique certaines paralysies du nerf facial, doit être attribuée à la lésion de la corde du tympan.

É. L.

donné ce nom à une branche antérieure du nerf vague, qui, dans la carpe, est munie d'un ganglion, comme les autres rameaux branchiaux de ce dernier nerf, mais qui sort par un trou particulier du crâne, et se répand dans le premier arc branchial, ainsi que dans la langue, jusqu'à la peau voisine de l'ouverture de la bouche. Il est facile de juger, d'après ces variétés, comme aussi d'après l'absence du nerf accessoire chez les poissons, que les nerfs vague, glosso-pharyngien et accessoire ne forment qu'un seul et même système, dont la division peut varier beaucoup dans les diverses classes du règne animal.

Nerf vague.

Au point de vue de l'anatomie et de la physiologie comparées, le nerf vague offre un grand nombre de particularités remarquables.

1° Chez les oiseaux et les reptiles écailleux, où le nerf accessoire se confond avec le tronc du nerf vague, celui-ci donne aussi une ou plusieurs branches aux muscles du cou (1). Il forme un ganglion considérable dans la poitrine, chez les lézards.

2° Chez les grenouilles, il part du ganglion du nerf vague une branche qui va se rendre aux muscles des mâchoires (2). C'est la branche laryngée de Volkmann, qui se répand en partie dans les muscles hyoïdiens, en partie dans ceux de la mâchoire. Volkmann a fait voir que son influence motrice dépend de la branche du facial qui s'unit avec elle.

3° Chez les grenouilles, le nerf vague fournit aussi un rameau lingual, qui, vraisemblablement, remplace le rameau lingual sensitif du trijumeau, et la branche motrice ordinaire du nerf grand hypoglosse existe. Ce rameau ne détermine pas de convulsions dans la langue, comme l'a prouvé Volkmann. Le rameau lingual du nerf vague existe également chez les serpents et les crocodiles. Bischoff décrit aussi, dans le crocodile, une branche du nerf vague allant aux muscles de l'hyoïde. On la rencontre également chez les serpents et les lézards.

4° Le nerf récurrent existe chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Weber a fait voir (3) que, chez les grenouilles aussi, une branche du nerf vague envoie un nerf récurrent au larynx. Le larynx des oiseaux reçoit une branche de la neuvième paire; leur trachée-artère et leur larynx inférieur en reçoivent du nerf vague, mais les nerfs des longs muscles qui raccourcissent la trachée-artère chez beaucoup de ces animaux, viennent d'un rameau descendant particulier du grand hypoglosse.

5° Dans la grenouille, au dire de Volkmann, le nerf vague fournit aussi une branche cutanée pour la région située derrière l'oreille.

6° Chez les poissons, il donne les nerfs branchiaux, ainsi qu'un rameau intestinal pour le pharynx et l'estomac. Il fournit, en outre, chez les torpilles et le silure électrique, les nerfs de l'appareil électrique; chez les carpes, les nerfs des dents palatines, et, chez tous les poissons, le nerf latéral.

Il est de toute évidence que la substance du nerf vague des poissons augmente

(1) BISCHOFF, *Nervi accessorii anatomia et physiologia*, Heidelberg, 1832, p. 41 et 45.
(2) WEBER, *Anat. comp. nerv. symp.*, p. 44.
(3) *Loc. cit.*, p. 46.

dans son ganglion ; car les branches, prises ensemble, dépassent le volume des racines, et il y en a même quelques unes qui sont plus grosses que ces dernières. Cet accroissement paraît être dû à une division et à une multiplication que les fibres primitives éprouveraient dans l'intérieur du ganglion, et qui ferait que plusieurs fibres des branches n'en représenteraient qu'une seule des racines. Chez le sandre et le bars, toutes les branches ensemble forment un ganglion ; chez la carpe, il n'y a que les nerfs branchiaux qui en produisent, et alors on compte plusieurs de ces ganglions dans lesquels la substance se multiplie (1).

7° L'une des plus remarquables branches du nerf vague, chez les poissons, est le nerf de la ligne latérale, qui marche entre les muscles, non loin de la peau, jusqu'à la queue, et qui donne des filets aux muscles (?), ainsi qu'aux téguments. Desmoulins prétend que ce nerf n'est point sensible. Mais il n'est certainement pas moteur, quoiqu'il se répande aussi dans des muscles ; car, en le galvanisant, sur la carpe, avec une pile de quarante paires de plaques, je n'ai pu faire entrer ceux-ci en convulsion. Van Deen l'a découvert aussi dans les têtards des grenouilles, et comme nerf persistant chez le protée (2). Mayer l'a rencontré dans le ménopome, et Krohn chez les tritons. La courte branche cutanée du nerf vague des grenouilles paraît en être l'analogue ou le débris. On a comparé ce nerf à l'accessoire ; mais je crois qu'il n'y a que le rameau auriculaire du nerf vague de l'homme et des mammifères qui lui soit comparable (3). Le nerf latéral de la lamproie est exactement conformé comme le rameau auriculaire provenant du nerf vague et du facial. Le nerf facial des poissons osseux étant renfermé dans le trijumeau, on conçoit le concours de ce dernier à la production du nerf latéral chez beaucoup d'animaux de cette classe. Les cyprins ont, au dire de Buechner, une branche du trijumeau qui, même déjà dans l'intérieur du crâne, se joint au nerf vague pour constituer le nerf latéral. Dans le gymnote électrique, la concurrence a lieu hors de la cavité crânienne. Weber a trouvé, dans le bars et la lotte, un double nerf latéral venant du trijumeau et du vague. Swan a fait une observation intéressante sur la morue, où une branche de la cinquième paire, unie avec un rameau du nerf vague, donne deux nerfs du tronc, dont l'un passe sur le dos, au-dessus de la colonne vertébrale, et gagne la base des nageoires, tandis que l'autre marche au côté ventral de la queue, jusqu'à l'extrémité de la nageoire anale. Tous deux s'unissent avec les nerfs rachidiens, l'un avec les branches ascendantes, et l'autre avec les branches descendantes. Il y a donc, dans la configuration du système nerveux, comme dans le système osseux et la disposition des muscles, une symétrie entre la moitié supérieure et la moitié inférieure de la queue. Outre ces deux nerfs latéraux du trijumeau, on trouve encore deux branches de la paire vague qui gagnent l'extrémité postérieure du corps, en passant sur les muscles (4).

Le hérisson possède, d'après Barkow, un nerf latéral destiné à la peau et aux muscles, mais qui ne provient que des nerfs rachidiens, savoir, du dernier cervical et du premier dorsal.

8° Les branches que le nerf vague envoie à l'organe palatin des cyprins sont

(1) Weber, *Anat. comp. nerv. symp.*, p. 62, 66.—Meckel's *Archiv*, 1827, pl. IV, fig. 25, 26.
(2) Mueller's *Archiv*, 1834, p. 477.
(3) Mueller's *Archiv*, 1837, LXXVI.
(4) *Illustrations of the comp. anat. of the nervous syst.* Londres, 1835, in-4.

remarquables (1). Weber a découvert le premier que cet organe possède une contractilité très singulière; car, lorsqu'on le pique ou comprime avec un corps pointu, le point irrité s'élève aussitôt sous la forme d'un monticule conique, qui demeure soulevé pendant quelques secondes, après quoi il s'affaisse ; le tout sans changement de couleur qui puisse annoncer une affluence de sang. Cet organe est composé de faisceaux musculaires. Il peut se contracter en tous sens, et des élévations coniques, linéaires ou larges, s'y produisent suivant qu'on y applique l'extrémité d'un corps pointu, qu'on promène le tranchant d'une lame à sa surface, ou enfin qu'on le met en contact avec un corps d'une certaine largeur.

9° Le nerf vague donne aussi des branches à la nageoire chez le bars et les carpes.

10° E.-H. Weber a fait remarquer que le nerf vague se trouve en réciprocité d'action avec le grand sympathique. Ce dernier est fort peu développé chez les serpents, tandis que le rameau intestinal du nerf vague est très gros ; le contraire a lieu chez les grenouilles. Les branches intestinales du nerf vague ont aussi beaucoup de volume chez les poissons, et, chez les myxinoïdes, le rameau intestinal, né de l'union des deux nerfs vagues, va jusqu'à l'anus, tandis que le grand sympathique manque.

Nerf accessoire de Willis.

On ne rencontre ce nerf que chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles: il n'existe point chez les poissons. Dans la classe des oiseaux et dans celle des reptiles, il se comporte presque comme une racine du nerf vague, puisqu'il passe tout entier dans celui-ci, qui envoie aux muscles du cou une branche paraissant correspondre au nerf accessoire des mammifères (2). Les muscles sterno-cléido-mastoïdien et trapèze sont le domaine du nerf accessoire des mammifères, en tant qu'il ne s'unit point avec le vague. On ignore quelle est la cause des singularités que ce nerf présente dans son origine et sa marche. Probablement elles tiennent à ce que la branche pharyngienne, qui se sépare du nerf vague aussitôt après sa sortie, reçoit des fibres de presque toute la portion cervicale de la moelle épinière (3). D'autres nerfs ont également des origines fort étendues : ainsi le rameau descendant de l'hypoglosse naît de ce dernier et des cervicaux supérieurs. La différence consiste donc uniquement en ce que, pour l'accessoire, les filets destinés à le former se réunissent déjà dans l'intérieur du rachis, tandis que, pour d'autres nerfs, leur réunion n'a lieu que hors de la cavité rachidienne (4).

(1) MECKEL's *Archiv*. 1827, p. 309.

(2) BISCHOFF, *Nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia*. Heidelberg, 1832.

(3) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 267), qui admet entre le nerf vague et l'accessoire la même relation physiologique qu'entre les racines postérieure et antérieure d'un nerf rachidien, pense que, si l'accessoire a une origine si singulière et prend ses insertions dans une si grande étendue de l'axe rachidien, c'est en raison de l'importance de ses fonctions et pour en assurer le libre et facile exercice, c'est afin que son intégrité fonctionnelle soit moins facile à troubler. En effet, si, comme les autres cordons nerveux, il eût simplement tiré son origine d'une partie limitée des masses centrales, une lésion en ce point eût aussitôt suspendu son action liée aux phénomènes les plus essentiels de la respiration et de la digestion. (*Note du trad.*)

(4) A l'aide de la sensibilité récurrente (*Voy.* p. 672, note 1), M. Cl. Bernard a vérifié sur

Nerf grand hypoglosse.

Chez les oiseaux, le nerf grand hypoglosse, après s'être uni avec le vague par un rameau, se divise en deux branches principales, qui vont gagner, l'une les muscles de l'hyoïde, l'autre la partie latérale de l'œsophage (1). J'ai aussi observé, dans le dindon, une longue branche descendante, destinée au long muscle qui raccourcit la trachée-artère. Bojanus et Bischoff ont vu le nerf hypoglosse se rendre aux muscles de la langue, le premier chez la tortue, et le second chez l'iguane. Le serpent à sonnettes m'a offert un nerf hypoglosse grêle, qui sort derrière la paire vague, par une ouverture particulière, et qui, après s'être uni avec le premier cervical, se jette en entier dans le nerf vague. Chez les grenouilles, le nerf, correspondant à l'hypoglosse, qui se rend à la langue, est fourni par le premier cervical. On conçoit cette disposition, puisque, chez l'homme aussi, l'hypoglosse s'unit avec le premier nerf cervical. E.-H. Weber a trouvé, dans les poissons, un dernier nerf cérébral, qui naît par trois racines, dont une, postérieure et ganglionneuse, passe à travers un trou particulier du crâne, et va aux muscles de la nageoire pectorale. Dans la carpe, la racine ganglionnaire s'unit avec une racine du trijumeau (2). Ce nerf donne aussi, d'après Buechner, des branches au muscle sterno-hyoïdien, et il est l'hypoglosse : il paraît exister généralement chez les poissons; mais il ne passe pas toujours à travers l'os occipital même; car, chez le brochet et la perche, c'est derrière cet os qu'il sort.

Quand on pense que le premier nerf rachidien de l'homme n'a quelquefois qu'une racine antérieure, que le grand hypoglosse n'en a qu'une antérieure chez l'homme, mais qu'il en présente aussi une postérieure chez certains mammifères, on voit que l'hypoglosse rentre tout à fait dans la catégorie des nerfs rachidiens, et qu'on doit le regarder en quelque sorte comme un premier nerf rachidien, qui seulement sort encore la plupart du temps à travers le crâne. Par là l'analogie devient plus grande encore entre lui et le dernier nerf cérébral des poissons.

Après avoir ainsi passé en revue les différences qu'on rencontre chez les animaux, eu égard à la disposition des nerfs cérébraux, jetons un coup d'œil sur le système de ces nerfs, en tant qu'il peut être rapporté à un certain type fondamental. L'idée qui sert de guide ici est celle de nerfs cérébraux primitifs et de nerfs cérébraux secondaires, telle que Meckel l'a exprimée. La première classe comprend, d'un côté, les trois nerfs purement sensoriels, l'olfactif, l'optique et l'acoustique; d'une autre part, les nerfs cérébraux mixtes ou à deux racines, qui sont construits d'après le type des rachidiens, et qu'on peut appeler nerfs vertébraux de la tête. A la seconde classe se rapportent ceux qui peuvent devoir naissance à un certain nombre de fibres détachées de la racine d'un nerf cérébral, ou être confondus avec

seulement le caractère moteur de l'accessoire de Willis, mais encore de quelle racine postérieure il était la racine antérieure. Or, la sensibilité récurrente ne s'y développe que par rapport aux racines postérieures des premiers nerfs spinaux. Il doit donc, grâce à cette expérience ingénieuse, être considéré comme leur correspondant antérieur. É. L.

(1) Weber, *loc. cit.*, p. 40.

(2) Bischoff, *loc. cit.*, p. 49.

d'autres nerfs vertébraux de la tête. Cette idée, exacte au fond, n'a pas été bien développée par Meckel. Arnold l'a mieux appliquée, en admettant deux nerfs vertébraux de la tête; le premier est le trijumeau, avec les oculo-musculaires et le facial, qu'on peut considérer comme appartenant à sa portion motrice; le second comprend le vague, l'accessoire, le glosso-pharyngien et l'hypoglosse (1). Dans mon opinion, il y a trois nerfs vertébraux crâniens, qui correspondent aux trois vertèbres céphaliques. Le premier est le trijumeau; le second, le vague, avec le glosso-pharyngien et l'accessoire; le troisième, l'hypoglosse. Les nerfs oculo-musculaires sont des nerfs secondaires, qu'on doit regarder comme la portion motrice de la première branche du trijumeau. Chez les cétacés, la première branche du trijumeau donne déjà des rameaux aux muscles de l'œil, quoique les nerfs oculo-musculaires ordinaires existent aussi. Chez les grenouilles, le nerf abducteur passe dans le ganglion de Gasser, ainsi que l'a fait voir Volkmann, et le trijumeau donne par conséquent des filets aux muscles oculaires. Chez les lamproies, il manque l'un des trois nerfs oculo-musculaires, vraisemblablement l'abducteur, et le trijumeau fournit aussi des nerfs aux muscles de l'œil, comme l'ont montré Schlemm et D'Alton.

Le nerf facial est, dans tous les cas, un nerf secondaire, et il a beaucoup d'affinité avec la portion motrice du trijumeau; car, chez les poissons osseux, il se confond avec ce dernier, dont il constitue le rameau operculaire, ce que Serres a rendu probable. Volkmann a fait voir qu'il s'adjoint aussi au trijumeau chez les grenouilles. Mais ses rapports avec le vague ne sont pas moins grands. En effet, déjà chez l'homme et les mammifères, il s'unit avec des branches de ces deux nerfs. Chez les serpents et les lézards, il donne une branche à la paire vague. Chez la grenouille, le facial se jette du trijumeau dans une branche du vague, savoir la laryngée, ainsi que Volkmann l'a observé. Le facial de la lamproie forme, conjointement avec le vague, le nerf latéral, qui, chez les poissons osseux, est souvent constitué par la cinquième paire et le vague.

Au second nerf vertébral de la tête appartiennent le nerf vague, le glosso-pharyngien et l'accessoire.

Le troisième nerf vertébral du crâne est formé uniquement par l'hypoglosse.

Les myxinoïdes sont les animaux qui se rapprochent le plus du type simple des nerfs vertébraux du crâne, sans nerfs secondaires; car, parmi ces derniers, ils ne possèdent que le nerf facial.

Nerf grand sympathique.

Chez les oiseaux, la portion cervicale du grand sympathique est contenue dans le canal des apophyses transverses des vertèbres, où, chez les mammifères et l'homme, on ne découvre qu'un cordon proportionnellement très grêle de ce nerf.

Les plus constantes parmi les jonctions des nerfs cérébraux avec le grand sympathique sont celles des nerfs vertébraux du crâne. Elles ont lieu, chez les pois-

(1) *Comp.* Buechner, *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, t. II, liv. 2.—Mueller's *Archiv*, 1837, LXXIV.

sons, à la base du crâne, absolument de la même manière que les anastomoses du cordon limitrophe du nerf grand sympathique avec les nerfs rachidiens.

Le grand sympathique manque chez les cyclostomes, et le nerf vague, qui le remplace, va jusqu'à l'anus chez les myxinoïdes.

Chez les serpents, la portion céphalique est séparée du cordon limitrophe du tronc, et passe tout entière dans le nerf vague. Le cordon limitrophe manque aussi à la partie antérieure du tronc. Au lieu de la formation ordinaire, on voit des branches des nerfs rachidiens se rendre aux poumons, à l'intestin, aux parties génitales et aux organes urinaires, comme l'avait déjà remarqué Weber. Ces branches s'unissent ensemble par des anses, qui sont tout ce qui reste du cordon limitrophe. Mais de pareilles anastomoses en arcades sont très communes entre les nerfs cérébro-rachidiens. Les grands serpents sont les seuls chez lesquels j'aie rencontré des traces de ganglions dans le cordon limitrophe. Chez ces animaux, le nerf vague s'étend sur l'intestin jusqu'au delà des deux tiers de la cavité abdominale.

Chez les lézards aussi, la portion céphalique du grand sympathique est totalement englobée dans le nerf vague, qui, à l'extrémité du cou, se divise en nerf vague proprement dit et en grand sympathique.

SECTION V.

DES PARTIES CENTRALES DU SYSTÈME NERVEUX.

CHAPITRE PREMIER.

Des parties centrales du système nerveux en général.

C'est dans les organes centraux du système nerveux que s'exerce l'activité réunie de toutes les fonctions nerveuses, soit en dehors de la domination de l'âme, soit sous l'empire de cette dernière. Ce sont ces organes qui réunissent les nerfs en un seul tout. En leur qualité d'excitateurs, ils sollicitent, tantôt d'une manière automatique, continue ou intermittente, tantôt d'après des déterminations volontaires émanées du *sensorium commune*, les nerfs moteurs à agir pour provoquer le mouvement des muscles. Dans certains cas, ils réfléchissent les effets des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs, sans que la conscience en soit informée, et dans d'autres ils en avertissent la conscience. Ils maintiennent l'intégrité des effets nerveux organiques, produisent et reproduisent continuellement le principe nerveux, enfin ont seuls le pouvoir de rendre durables l'activité et l'irritabilité des nerfs. Telle est la définition générale du cerveau et de la moelle épinière, considérés comme excitateurs indépendants, par opposition avec les nerfs considérés comme conducteurs du principe nerveux. Il n'est pas difficile de prouver, d'après les faits qui ont été

allégués dans la physique des nerfs, que les organes centraux diffèrent de ceux-ci par les propriétés dont l'énumération vient d'être faite.

Les organes centraux jouent le rôle d'excitateurs à l'égard des nerfs moteurs, qui remplissent l'office de conduire aux muscles la décharge motrice du principe nerveux. Cette activité motrice se manifeste de trois manières différentes :

1° Par une irradiation continue ; ce dont nous avons un exemple dans l'action des sphincters, dont les contractions cessent après les lésions des organes centraux ;

2° Par des mouvements rhythmiques, comme le prouve la dépendance dans laquelle les mouvements de la respiration sont de la moelle allongée ;

3° Par des décharges qui partent du *sensorium commune* soumis aux actions spontanées de l'âme.

Les nerfs moteurs se comportent de deux manières à l'égard de cette influence motrice :

1° Les uns ne jouent que le rôle de simples conducteurs. A la vérité, ils sont continuellement chargés d'influence motrice, et l'art peut les déterminer, par des moyens mécaniques, à opérer des décharges, ainsi qu'il arrive au nerf d'une cuisse de grenouille ; mais, dans l'état de santé, ils ne se déchargent jamais spontanément, et ne le font que sous l'influence des organes centraux : ce sont les nerfs cérébro-rachidiens moteurs.

2° D'autres, entièrement soustraits à l'influence du *sensorium commune*, pour ce qui regarde les actions volontaires, peuvent bien être sollicités à des actions continues ou rhythmiques par les organes centraux ; mais ils ont cela de particulier, qu'ils opèrent aussi des décharges spontanées, quoique cependant ils aient besoin des organes centraux pour reproduire leur influence nerveuse d'une manière durable. Ici se rangent les effets moteurs du grand sympathique. Les parties régies par ce nerf se contractent spontanément, même lorsqu'elles sont séparées du corps et soustraites à l'influence des organes centraux, comme le cœur, le canal intestinal, etc. ; mais l'énergie et la durée de leurs contractions dépendent du conflit de leurs nerfs avec les organes centraux. Lorsqu'on éprouve une lassitude passagère, et aussi pendant le sommeil, après l'action diurne du système nerveux, l'influence des organes centraux sur les parties périphériques se relâche ; mais ce changement momentané dans les organes centraux n'est point en état de modifier d'une manière essentielle les mouvements spontanés soumis au système sympathique. C'est seulement quand la lassitude dure longtemps dans les parties centrales, quand ces organes éprouvent une lésion grave, que les mouvements soumis au système sympathique se paralysent aussi, parce qu'ils se ressentent du désordre survenu dans la source de leur énergie et de leur durée.

Mais il ne faut pas s'imaginer que les organes centraux soient complétement inactifs durant l'état de lassitude et de sommeil dans lequel ils tombent une fois par jour. La fatigue est bien générale, mais il n'y a que le *sensorium commune*, c'est-à-dire la partie du cerveau soumise aux actions de l'âme, qui devienne inactif ; il n'y a que les seuls mouvements volontaires qui soient complétement soustraits aux actions motrices des organes centraux pendant le sommeil. Toutes les autres parties de ces organes continuent d'agir comme pendant la veille. Ce qui le prouve, c'est la persistance des contractions continues des sphincters et des

mouvements rhythmiques de la respiration, phénomènes qui sont accomplis tous deux par de véritables nerfs cérébro-rachidiens. Donc certains muscles, quoique pourvus de nerfs cérébro-rachidiens, ne cessent pas d'agir pendant le sommeil : les sphincters sont toujours fermés ; le sommeil amène toujours une situation fixe de l'œil telle qu'il regarde en haut et en dedans ; toujours il détermine la contraction de l'iris et la diminution de la pupille, compagnes inséparables de cette situation, et le plus ordinairement aussi il entraîne l'occlusion de la bouche. En un mot, nous voyons que, même durant le sommeil, l'appareil moteur tout entier des organes centraux, tant du cerveau que de la moelle épinière, continue d'agir, et qu'il n'y a que l'excitation volontaire de cet appareil qui cesse pendant l'inaction du *sensorium commune*. Nous devons donc nécessairement admettre que le conflit entre les organes centraux et l'activité motrice du système sympathique persiste pendant le sommeil, puisque, sans cette influence, les mouvements qui ont lieu dans le système sympathique diminueraient sur-le-champ d'énergie, comme nous le voyons dans l'apoplexie, dans les syncopes dont le point de départ est au cerveau, et dans le cas où l'on a pratiqué par des moyens artificiels la destruction de la moelle épinière.

Les organes centraux ressentent les effets des nerfs sensitifs, et tantôt les réfléchissent, sans que la conscience en soit instruite, sur les origines des nerfs moteurs, ce qui donne lieu à des mouvements réflexes, tantôt les transmettent au *sensorium commune*, de manière que la conscience en soit informée. Dans le premier cas, les effets centripètes des nerfs sensitifs n'arrivent jamais qu'à exciter l'appareil moteur des organes centraux, qui a principalement son siége dans la moelle épinière, mais qui se ramifie aussi dans le cerveau. Dans le second cas, ces effets parviennent, sans provoquer de mouvements réflexes, jusqu'à une région particulière des organes centraux où réside le *sensorium commune*, qui les porte à la connaissance de l'âme. Il n'est pas rare que les deux phénomènes aient lieu simultanément ; les sensations sont portées à la conscience, et elles déterminent en même temps des mouvements réflexes, parce que la propagation se fait à la fois et vers l'appareil moteur des organes centraux et vers le *sensorium commune*, comme dans la toux provoquée par une irritation sentie de la trachée-artère, dans l'occlusion des paupières sous l'influence d'un bruit violent, ou dans la contraction de l'iris quand la rétine est frappée par une lumière trop vive. Je dois renvoyer aux chapitres précédents pour ce qui concerne la théorie et les lois de ces effets. Comme les phénomènes de réflexion ne dépendent point du *sensorium commune*, mais de l'appareil moteur des organes centraux, et que cet appareil continue d'agir pendant le sommeil, ils ont lieu tout aussi bien chez l'homme qui dort que chez celui qui veille, ainsi que le prouvent la toux due à des irritations de la trachée-artère, et beaucoup d'autres phénomènes qui se passent durant le sommeil.

Les organes centraux maintiennent dans son intégrité l'énergie des effets nerveux organiques. Ici le nerf grand sympathique se comporte, à l'égard des organes centraux, comme il le fait pour les mouvements des parties soumises à son empire. On voit des embryons parvenir jusqu'au terme de la maturité, en se nourrissant bien, quoique leur moelle épinière et leur cerveau aient été détruits (1) ; la nutri-

(1) *Voy.* ESCHRICHT, dans MUELLER's *Archiv*, 1834, p. 268.

tion se fait même quelquefois dans des parties d'embryon, la tête ou une extrémité, qui ne possèdent point de cœur, et auxquelles le sang arrive par le cœur d'un autre embryon, du cordon ombilical duquel partent leurs vaisseaux (1). Mais, chez l'adulte, la nutrition souffre souvent dans les paralysies du cerveau et de la moelle épinière, bien que ce cas n'arrive pas toujours ; les parties paralysées sont plus sujettes à tomber en gangrène quand elles viennent à être lésées, et les vives affections aiguës des organes centraux, qui en font cesser les actions, déterminent fréquemment l'apparition spontanée de la gangrène dans des points plus ou moins circonscrits.

Le principe nerveux est produit et reproduit dans les organes centraux. Nous en avons la démonstration dans les expériences que j'ai faites avec Sticker, et desquelles il résulte que les nerfs d'un membre, lorsqu'ils ont été séparés des organes centraux, conservent bien encore pendant quelque temps leur pouvoir moteur, c'est-à-dire la faculté de provoquer, dès qu'ils viennent à être irrités, des mouvements dans les muscles auxquels ils se distribuent, mais perdent au bout de quelques mois (2), à moins que la plaie ne se cicatrise parfaitement, toute irritabilité pour les stimulus mécaniques et galvaniques. Un conflit continuel entre les organes centraux et les nerfs est donc nécessaire au maintien des facultés de ceux-ci, tandis que les organes centraux conservent encore les leurs après avoir perdu leurs conducteurs. Cependant le maintien de l'irritabilité des nerfs ne dépend point uniquement de l'influence non interrompue des organes centraux ; il tient aussi à l'activité des cordons eux-mêmes. Lorsqu'un nerf demeure pendant longtemps sans agir, il perd de plus en plus son aptitude à entrer en action. La plupart des hommes n'ont aucune influence sur certains petits muscles, uniquement par défaut d'exercice, et, après la perte de la transparence de l'œil, le nerf optique finit par s'atrophier jusqu'au cerveau ; Magendie a même déterminé cette atrophie en quelques mois chez des oiseaux qu'il avait réduits à l'état de cécité.

Une concentration de la matière animale vivante dans des organes centraux et l'existence de parties dépendantes de ces organes ne sont pas seulement un attribut de tous les animaux ; la tendance à cette concentration se rencontre, même dès le principe, dans la matière susceptible de germer, et il paraît que c'est par la manifestation de ce penchant que commence l'organisation entière.

Les observations qu'on a recueillies, dans ces derniers temps, sur la structure complexe des animaux les plus simples, rendent probable que, chez tous les êtres qui font partie du règne animal, sans excepter même ceux qui semblent être d'une simplicité extrême, il y a des nerfs et des parties placées sous la dépendance des nerfs, et, partout où l'anatomie du système nerveux devient possible, nous le voyons se séparer en deux portions, savoir, en certains organes centraux, qui ont plus d'importance, et en conducteurs de ces organes, les nerfs.

Chez l'embryon des animaux supérieurs, cette séparation commence déjà dans la membrane proligère, sur l'axe de laquelle s'accumule la portion de matière animale imbue des forces propres aux organes centraux, pendant qu'autour d'elle

(1) *Voy.* Rudolphi, dans les *Abhandl. der Akad. zu Berlin*, 1816. — Mueller's *Archiv* 1834, p. 178.

(2) *Cons.* Longet, *Recherches expérimentales sur les conditions nécessaires à l'entretien et à la manifestation de l'irritabilité musculaire, avec application à la pathologie.* Paris, 1841.

se forment les parties qui dépendent de ceux-ci. La même centralisation s'effectue dans les segments produits par la scission d'une planaire, d'un polype, qui par là deviennent des êtres animés à part, ayant une volonté propre, avec un centre également propre à eux.

Une séparation analogue continue de s'effectuer aussi dans la partie périphérique du nouvel être qui est dépendante des masses centrales, puisqu'elle se partage à son tour en conducteurs du principe nerveux, les nerfs, et en tissus recevant par ces derniers l'influence des organes centraux. La formation des organes centraux amène nécessairement celle des parties périphériques, et la formation des nerfs dans la partie périphérique de l'animal entraîne non moins nécessairement celle des tissus animés par eux. Du moment qu'a lieu cette séparation entre des organes centraux et des organes périphériques, le cerveau et la moelle épinière existent virtuellement; car ni l'un ni l'autre ne se produisent d'abord et seuls, et, pour ce qui concerne la manifestation des régions diverses des organes centraux, elle est la conséquence des progrès du développement. La même chose a lieu pour la séparation histologique des parties occupant la périphérie; dès qu'elle commence, le nerf entier existe certainement; il ne pousse pas de son extrémité externe pour aller à la rencontre de l'organe central. Du moins, cette opinion, qui a été émise par Serres, ne repose-t-elle sur aucun fait, et les observations citées en sa faveur n'ont point été confirmées par les recherches classiques de Baer sur l'embryogénie.

Si l'on compare les animaux inférieurs avec ceux des classes supérieures, au point de vue de l'opposition entre les parties centrales et les parties périphériques, comme aussi de celle entre les parties centrales et le système nerveux de la périphérie, on voit que cette opposition, bien qu'existant aussi chez les animaux des classes inférieures, y est cependant moins prononcée.

Un ver, coupé en deux, montre encore, dans les deux bouts de son cordon nerveux, des mouvements qui ressemblent à ceux qu'excite la volonté.

Les insectes aussi exécutent fréquemment des mouvements volontaires après qu'on leur a enlevé la tête. Un *Carabus granulatus* courait après la décapitation, comme auparavant; un bourdon, renversé sur le dos, faisait des efforts pour se remettre sur ses pattes. Treviranus rapporte aussi une observation intéressante de Walckenaer sur la *Cerceris ornata*, insecte qui poursuit les abeilles vivant dans des trous : Walckenaer coupa la tête à un de ces hyménoptères, au moment où il voulait pénétrer dans le trou de l'abeille; il n'en continua pas moins ses mouvements : seulement il se retourna pour chercher à pénétrer à reculons (1).

Ces faits prouvent que le ganglion cérébral des animaux articulés n'est pas le seul qui influe sur la spontanéité et l'harmonie des mouvements. Cependant les autres ganglions lui sont subordonnés, quant à l'action.

Chez les animaux vertébrés, la moelle épinière ne possède plus, sur les mouvements spontanés et volontaires, une influence égale à celle que les ganglions subordonnés des parties centrales exercent chez les animaux sans vertèbres. Toutefois on remarque encore une certaine harmonie dans les mouvements après la décapitation. Une grenouille à laquelle on a coupé la tête, se redresse, suivant ce

(1) Treviranus, *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens*, t. II, p. 194.

qu'a vu Volkmann. Quant à moi, je n'ai, après la décapitation de ces reptiles, observé de pareils mouvements, qui ne sont point réflexes, que quand la tête avait été tranchée immédiatement au cou. Si la section tombait plus bas, à travers la moelle épinière, l'animal ne montrait plus aucune trace de volonté dans ses mouvements. Quoique les oiseaux battent encore des ailes après que la moelle épinière a été coupée au milieu du cou, ce sont là sans doute des mouvements groupés ou associés, qui ont leur cause dans le cordon rachidien, mais qui diffèrent beaucoup des mouvements volontaires.

Nous ne connaissons non plus aucun fait certain d'où il ressorte que la moelle épinière sente, indépendamment du cerveau et de la moelle allongée. On ne peut citer comme tels les mouvements réflexes qui succèdent à des irritations cutanées chez des animaux auxquels on a tranché la tête, et, si les grenouilles décapitées montrent encore une certaine harmonie dans la réaction, lorsqu'on fait agir des irritants sur leur peau, ce phénomène n'a lieu certainement que quand la section a été pratiquée au commencement du cordon rachidien.

Chez tous les animaux vertébrés, tant inférieurs que supérieurs, la masse de la moelle spinale correspond, en général, au volume des parties du corps que celle-ci domine. La moelle épinière d'un poisson n'est pas, proportion gardée, beaucoup moins grosse que celle d'un homme. Mais, chez les animaux supérieurs, le cerveau croît en proportion du développement de leurs facultés intellectuelles. Chez les poissons, il ne consiste qu'en plusieurs renflements situés au-devant de la moelle allongée. Le cerveau des reptiles est plus volumineux que celui des poissons, et celui des oiseaux l'est plus que celui des reptiles; le cerveau des mammifères surpasse celui des oiseaux, et celui de l'homme l'emporte sur tous les autres. Plus tard nous établirons ces rapports d'une manière précise par des proportions numériques. Cependant, quoique tous les animaux, jusqu'à l'infusoire, soient organisés d'une manière également parfaite pour ce qui est nécessaire à la vie animale, on doit accorder qu'il y a une différence de perfection entre eux, eu égard au développement intellectuel et à ses organes, et cette différence se révèle dans la structure du cerveau.

On voit, d'après ce qui précède, qu'une comparaison établie entre le volume des nerfs et celui des parties centrales du système nerveux, prises ensemble, est peu propre à fournir des conclusions physiologiques. Il est bien vrai que, chez les animaux vertébrés inférieurs, le volume des nerfs croît généralement en proportion des parties centrales; mais, pour s'exprimer d'une manière exacte, on doit dire qu'il augmente seulement en proportion du cerveau. Un autre appareil des parties centrales, le cordon rachidien, qui non seulement sert de conducteur entre le cerveau et les nerfs auxquels lui-même donne naissance, mais encore représente une colonne chargée de force motrice, dont l'énergie correspond aux forces motrices du corps, semble être partout en rapport avec ces forces motrices au point de vue de sa masse (mais non de sa longueur, qui varie beaucoup) et des nerfs auxquels il donne origine. Suivant Carus (1), la masse de la moelle épinière est à celle du corps :: 1 : 481 dans la lote, :: 1 : 190 dans la salamandre terrestre, :: 1 : 305 chez le pigeon, :: 1 : 180 chez le rat, :: 1 : 161 chez le chat. Il y a, chez les pois-

(1) *Traité d'anatomie comparée*, Paris, 1835, t. I, p. 92.

sons, des troncs nerveux, tels que le nerf trijumeau et le nerf vague, dont le diamètre parfois excède celui du cordon rachidien. Cependant, lorsque l'on veut comparer les nerfs et la moelle épinière ensemble, chez des animaux différents, il faut bien avoir égard au volume des premiers; mais, pour ce qui concerne la seconde, ce n'est pas sa grosseur seulement, c'est encore sa longueur qu'on doit prendre en considération, ou, pour mieux dire, il faut comparer sa masse entière à la somme de tous les nerfs qui naissent d'elle. Mais alors le volume des nerfs cérébraux qui proviennent des prolongements de la moelle épinière dans le cerveau ne saurait être comparé d'une manière fructueuse à celui du cordon rachidien proprement dit, derrière l'encéphale.

CHAPITRE II.

De la moelle épinière.

La moelle épinière diffère déjà des nerfs au point de vue anatomique. Comme le cerveau, elle renferme des fibres tubuleuses. On trouve, dans son intérieur, de la substance grise, qui, sur la coupe transversale, représente une croix couchée, dont la figure se prolonge de chaque côté, en manière de cornes, dans les cordons antérieurs et postérieurs.

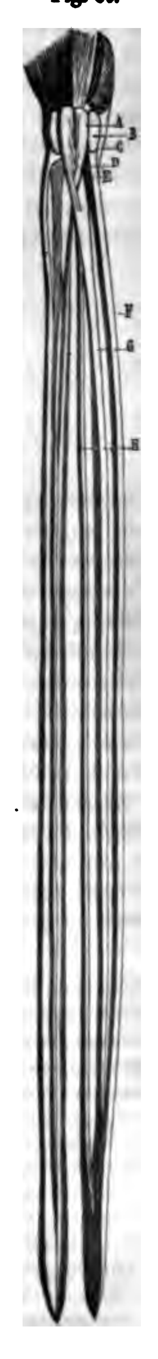
Physiologiquement, la moelle épinière ressemble aux nerfs en ce qu'elle propage les effets de ses nerfs au cerveau, comme les nerfs cérébraux transmettent directement les leurs au *sensorium commune*, et qu'elle conduit aussi les actions cérébrales à ses nerfs, comme si ces derniers les recevaient immédiatement du cerveau. Mais, à d'autres points de vue, elle diffère essentiellement des nerfs par les forces qui lui sont dévolues en sa qualité de partie centrale, et que ceux-ci ne possèdent point (1). Examinons ces deux propriétés.

I. *La moelle épinière est conducteur du principe nerveux ou de ses oscillations.* Tous les nerfs cérébraux et rachidiens sont mis, par elle, sous l'influence du cerveau, les premiers immédiatement et les autres médiatement. Dès que cette

(1) La figure 79 représente, d'après Arnold et Longet, la face antérieure du pont de Varole, celle du bulbe rachidien et une partie de la moelle épinière, celle-ci encore entourée de sa membrane propre, et présentant d'un côté les nerfs qui en procèdent : A pont de Varole; B artères spinales antérieures, qui se prolongent sur toute la longueur de la moelle; C nerf facial; D nerf intermédiaire; E nerf acoustique; F nerf glosso-pharyngien; G nerf pneumogastrique; H corps olivaire; I pyramide antérieure; K première paire cervicale; L M ligne indiquant la limite supérieure de la moelle; N N N dure-mère rachidienne; O O O ligament dentelé; P P P denticules d'insertion de ce ligament sur la dure-mère rachidienne; 1 à 8 nerfs cervicaux, dont les racines antérieures sont insérées sur le sillon collatéral antérieur de la moelle; 9 et 10 les deux premiers nerfs dorsaux. — La figure 80 représente le mode le plus ordinaire d'entrecroisement des pyramides : A pyramide antérieure; B corps olivaire; C faisceau latéral du bulbe; D faisceau interne de la pyramide gauche, qui s'entrecroise avec un faisceau semblable de la pyramide droite; E E faisceau externe de chaque pyramide; F faisceau antérieur de la moelle; G faisceau latéral; H faisceau postérieur.

Fig. 79.

Fig. 80.

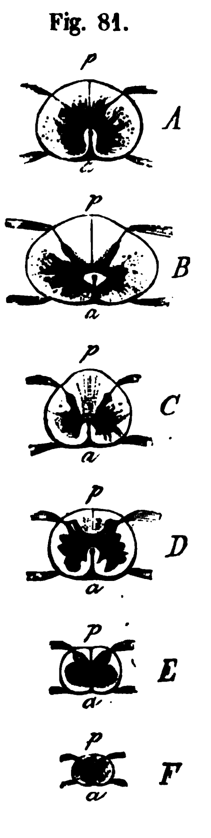


influence vient à être interrompue, les excitations des nerfs sensitifs ne parviennent plus à la conscience, et le cerveau ne peut plus exciter volontairement la force motrice des nerfs, qui sont soustraits à son empire.

Les causes qui interrompent la communication entre le cerveau et la moelle épinière, d'une part, et les nerfs, de l'autre, sont la compression exercée sur ces derniers, leur destruction, leur section, et la paralysie de leur force motrice par des substances solubles, par exemple dans l'empoisonnement par des préparations saturnines.

Chaque fois que de telles causes agissent sur un nerf, toutes les branches qui se détachent au-dessous du point lésé sont soustraites à l'excitation volontaire de la force motrice; les muscles auxquels elles se rendent sont paralysés quant au mouvement volontaire, et la partie cesse en même temps d'être sensible aux stimulations du dehors.

Fig. 81.



Au contraire, les branches nerveuses qui naissent au-dessus du point lésé ne sont point soustraites à l'influence du cerveau et des déterminations de la volonté sur leurs muscles, parce que leurs fibres primitives communiquent encore sans interruption avec l'encéphale. Par la même raison, tous les nerfs sensitifs qui naissent au-dessus de la lésion conservent le sentiment.

La lésion d'un nerf sur un point ne détruit que la liaison avec le cerveau ou l'organe de la conscience et des excitations volontaires; les portions de ce nerf situées plus bas demeurent en jouissance de leur force motrice pendant un certain laps de temps; elles ont seulement cessé de pouvoir ressentir l'influence du cerveau. Aussi, quand on pique, écrase, brûle, cautérise, électrise ou galvanise un nerf qui a été frappé de paralysie, soit parce que l'influence cérébrale n'arrive plus jusqu'à lui, soit parce qu'il cesse de communiquer avec le cerveau, l'animal n'a aucune sensation, parce que l'irritation ne peut plus parvenir jusqu'au cerveau; mais les muscles auxquels il envoie des ramifications se contractent, parce que, si l'influence cérébrale sur la force motrice est paralysée, la force motrice des nerfs ne l'est point au-dessous du lieu de la lésion. Ce n'est qu'après avoir été soustrait pendant plusieurs mois à l'influence des parties centrales qu'un nerf perd totalement son irritabilité, comme le démontrent les expériences faites par Sticker et moi (1).

Ainsi, chez l'homme et les animaux supérieurs, la moelle épinière se comporte envers le cerveau de la même manière exactement que tous les nerfs cérébraux,

(1) Fig. 81, sections transversales de la moelle épinière : A immédiatement au-dessous de la décussation des pyramides; B au milieu du bulbe cervical; C à mi-chemin entre les bulbes cervical et lombaire; D bulbe lombaire; E un pouce plus bas; F très près de l'extrémité inférieure; *a* surface antérieure, *p* surface postérieure. Les points d'émergence des racines nerveuses antérieures et postérieures se voient aussi (*Phys. by* Todd *and* Bowman, t. I, p. 257).

et elle doit être considérée comme le tronc commun de tous les nerfs du torse, quoiqu'elle possède encore des forces particulières, dont ceux-ci sont dépourvus. Les fibres primitives de tous les nerfs du torse tiennent par elle au cerveau, tandis que les nerfs cérébraux se rendent immédiatement à cet organe.

Les conséquences des lésions de la moelle épinière doivent être jugées d'après cela. La lésion de l'extrémité inférieure du cordon entraîne la paralysie des membres pelviens, du rectum, de la vessie; celle de l'organe à une hauteur plus considérable détermine la paralysie de ces mêmes parties et des muscles abdominaux; plus haut encore, on observe en outre celle des muscles pectoraux; au cou enfin, plus bas que la quatrième vertèbre, on voit survenir aussi celle des bras, mais non celle du diaphragme, parce que le nerf phrénique naît du quatrième cervical. La lésion de la moelle allongée paralyse le torse entier. Lorsqu'une lésion procède de bas en haut, la paralysie suit la même marche, comme dans la phthisie dorsale. En cela donc, la moelle épinière se comporte absolument comme tronc commun des nerfs du torse. Si l'on exerce une irritation mécanique ou galvanique sur son extrémité supérieure, on voit entrer en convulsion les muscles du torse entier, de même qu'en irritant un cordon nerveux, on fait contracter tous les muscles qui reçoivent des branches de lui. Si l'on coupe un nerf en travers, la portion soustraite à l'influence cérébrale est susceptible, quand on l'irrite, de déterminer des contractions dans les muscles auxquels elle se distribue; de même, après la section transversale de la moelle épinière, le bout inférieur peut encore, lorsqu'on l'irrite, exciter tous les nerfs qui en naissent et agir par là sur leurs muscles.

La moelle épinière ne remplace pas seulement tous les nerfs du torse en masse dans le cerveau; elle y remplace aussi toutes leurs fibres primitives, car l'affection de certaines parties de ce cordon n'interrompt que l'influence cérébrale sur certains muscles du torse, et la lésion de certaines parties du cerveau n'entraîne non plus que la paralysie de certaines parties du torse. Une cause qui n'agit que sur une moitié du cerveau et de la moelle épinière n'amène qu'une paralysie d'une des deux moitiés latérales du torse, et plus la lésion est faible et moins elle attaque de cordons de la moelle épinière, moins aussi il y a de parties soustraites par elle à l'influence cérébrale. Si l'on réfléchit en outre que c'est le cerveau qui chaque fois décide combien de muscles du torse sont mis en mouvement, il paraît découler nécessairement de là que les fibres primitives des troncs nerveux qui pénètrent dans la moelle épinière ne s'unissent pas non plus dans cette dernière, mais qu'elles continuent d'y marcher parallèlement les unes aux autres, comme dans le tronc d'un nerf, et qu'elles arrivent ainsi au cerveau, afin de pouvoir, chacune isolément, lui communiquer les impressions locales et recevoir de lui les excitations nécessaires pour donner lieu à des mouvements. En effet, si elles s'unissaient ensemble dans la moelle épinière, toute sensation locale au torse serait aussi impossible, que toute contraction isolée d'un seul muscle de ce même torse. D'ailleurs, la cause des convulsions qui réside dans le cerveau et la moelle épinière agit aussi sur des parties isolées du torse, et les lésions dont certaines régions de ces centres viennent à être affectées, donnent lieu à des sensations locales dans le tronc (1).

(1) Fig. 82, section transversale de la moelle épinière de l'homme, près des troisième et quatrième nerfs cervicaux; grossissement dix diamètres; d'après Stilling; *f* colonnes postérieures;

Au reste, l'arrangement des fibres primitives en cordons nerveux n'est point encore préformé à leur sortie de la moelle épinière, et il ne se manifeste que par la réunion des filets radiculaires en faisceaux. On sait que les racines antérieures et postérieures s'insèrent aux cordons antérieurs et postérieurs sur une ligne latérale qui, de chaque côté, s'écarte un peu de la ligne médiane. Si l'on fait abstraction de la réunion des fibres primitives en faisceaux pour produire des troncs nerveux, et si l'on prend en considération la manière dont elles naissent, dans la moelle épinière, les unes à la suite des autres, celles dont elles demeurent isolées dans les troncs nerveux, celles enfin dont elles s'étalent dans les dernières ramifications de ceux-ci, on arrive à se représenter la moelle épinière comme un tronc formé de fibres nerveuses, de la partie antérieure et de la partie postérieure duquel sortent, avec régularité, et sans nulle interruption, des millions de fibres primitives, douées, les unes de force motrice, et les autres de force sensitive, qui se rendent, comme autant de rayons, à toutes les parties du corps; qui enfin, dans l'intervalle compris entre leurs origines rachidiennes et leurs extrémités périphériques, sont réunies, par des gaînes, en autant de faisceaux, gros et petits, qu'il y a de nerfs rachidiens et de ramifications à ces nerfs. Mais nous avons déjà vu que cette réunion a lieu sans que les fibres primitives s'unissent ensemble, et sans qu'elles puissent se communiquer leurs forces primitives.

Fig. 82.



L'anatomie comparée ne nous fournit aucune lumière en ce qui concerne les relations des nerfs avec la moelle épinière. Nous trouvons de grandes différences dans la longueur de ce dernier organe. Chez le hérisson, dont le muscle cutané a besoin d'une influence nerveuse considérable, tandis que la peau, armée de piquants, est peu propre à recevoir des impressions tactiles, la moelle épinière cesse de si bonne heure, que toute sa moitié postérieure manque. Chez la plupart des autres mammifères, elle occupe presque toute la longueur du canal vertébral, et, chez le lapin, le cochon d'Inde, elle s'étend jusqu'au delà des vertèbres sacrées, nonobstant la brièveté de la queue (1), ce qui prouve que sa longueur ne dépend pas uniquement de la longueur et de la force de cet appendice. Dans le kanguroo, dont la queue très grosse sert plus à la progression qu'au toucher, elle n'est pas plus prolongée que dans le chien, au dire de Desmoulins. Chez les quadrumanes à queue préhensile, elle s'étend jusqu'aux vertèbres sacrées, en conservant encore un volume assez considérable. Le poisson-lune, qui a presque autant de hauteur

i i substance gélatineuse de la corne postérieure; *k* racine postérieure; *l* racines antérieures supposées; *a* fissure antérieure; *c* fissure postérieure; *b* commissure grise, contenant un canal qui est supposé s'étendre dans toute la longueur de la moelle; *g* corne antérieure de matière grise contenant des vésicules à queue; *e* colonne antéro-latérale, de *k* à *a*.

(1) Desmoulins, *loc. cit.*, p. 539.

que de longueur, semble, au premier aperçu, n'avoir pas du tout de moelle épinière; son cerveau se termine en un moignon conique, extrêmement court, d'où les racines des nerfs partent, les unes à côté des autres, comme autant de cordes, en formant deux séries, l'une antérieure, l'autre postérieure. Chez la plupart des animaux, la moelle épinière est un cordon qui ne diminue pas à mesure que des racines de nerfs s'en échappent, comme on le voit surtout chez les poissons et les chéloniens, et qui conserve encore à sa partie inférieure un volume presque égal à celui qu'il présente à sa partie supérieure. Il est donc vraisemblable que celles des fibres primitives de ce cordon qui viennent du cerveau fournissent bien les fibres radiculaires des nerfs dans les points correspondants aux racines, mais que la moelle épinière renferme beaucoup d'autres fibres qui lui sont propres, et qui ne passent point dans des nerfs. Du reste, on ne sait pas bien encore si les filets des racines nerveuses montent jusqu'au cerveau, ou s'ils naissent dans la moelle épinière elle-même et n'ont qu'une relation déterminée avec les fibres cérébrales de ce cordon.

La découverte des propriétés diverses dévolues aux racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens, dont les premières sont motrices, et les autres sensitives, a répandu beaucoup de lumière sur l'histoire des paralysies. On sait qu'il arrive quelquefois au sentiment de s'éteindre dans un membre, dans tout un côté du corps, ou dans sa moitié inférieure, tandis que la faculté de se mouvoir conserve son intégrité : dans d'autres cas, c'est la mobilité qui disparaît, et le sentiment persiste; dans d'autres encore, les deux facultés sont simultanément abolies. La différence entre les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs se répète-t-elle aussi à la moelle épinière, et celle-ci envoie-t-elle au cerveau des fibres sensitives différentes des fibres motrices? La diversité des paralysies semblerait l'annoncer; car autrement il serait impossible d'expliquer ces remarquables phénomènes pathologiques. Mais c'est une tout autre question que d'indiquer d'une manière précise quelles parties de la moelle épinière sont motrices et quelles autres sont sensibles. On peut admettre, ou que les cordons antérieurs et postérieurs, d'où naissent les racines motrices et sensibles, sont uniquement, les premiers moteurs, et les seconds sensitifs jusqu'au cerveau, ou qu'une des deux fonctions appartient à la substance corticale blanche et l'autre à la substance grise. La première hypothèse est celle de Bell et de Magendie; elle n'a pour elle aucune preuve satisfaisante, ni expérimentale ni pathologique. Il y a impossibilité de tenter des expériences sur lesquelles on puisse compter; car, en faisant agir l'instrument tranchant sur les cordons postérieurs de la moelle épinière, on comprime nécessairement les antérieurs. Autant les résultats sont positifs par rapport aux racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens, autant ils le sont peu en ce qui concerne les cordons antérieurs et postérieurs de la moelle, dont l'anatomie ne parvient même pas à démontrer la séparation (1). Magendie (2) a trouvé que les cordons postérieurs étaient très sensibles, et que les antérieurs ne l'étaient point, mais qu'ils excitaient de violentes convulsions lorsqu'on les irritait. Plus tard (3), il convint que ce résultat n'était

(1) C'est ce que j'ai déjà fait remarquer, en 1831, dans les *Ann. des sc. nat.*

(2) *Journ. de physiol.*, t. III, p. 153.

(3) *Ibid.*, t. III, p. 368.

point absolu. Bakker (1) a vu la section des cordons antérieurs paralyser le mouvement seul, et celle des cordons postérieurs n'abolir que le sentiment; les animaux sur lesquels il coupait les cordons antérieurs de la moelle, à la région dorsale, n'éprouvaient de spasmes que dans leurs membres thoraciques, après avoir été empoisonnés avec de la noix vomique. Les expériences de Seubert ont eu un résultat positif quant aux racines des nerfs, mais elles n'en ont donné qu'un incertain eu égard à la moelle épinière; elles semblent établir que la partie antérieure du prolongement rachidien préside principalement, mais non exclusivement, au mouvement, et que la même chose a lieu dans la partie postérieure, pour le sentiment. Les expériences plus anciennes de Schœps (2) avaient déjà conduit aux mêmes conclusions, en apprenant que la section des cordons antérieurs diminue la sensibilité, que cette faculté demeure plus prononcée après celle des cordons antérieurs qu'après celle des postérieurs, que la section de ces derniers entraîne la perte du mouvement des extrémités, mais que celles-ci recouvrent plus tard leur mobilité, et enfin que le mouvement cesse tout à fait après la section des cordons antérieurs. Les faits pathologiques qu'on trouve réunis dans l'ouvrage de Seubert (3) ne sont favorables qu'en partie à l'hypothèse; plusieurs parlent ouvertement contre elle, comme aussi la circonstance que le nerf accessoire, qui est moteur, naît en totalité des cordons postérieurs chez les oiseaux et les reptiles. Bellingeri (4) prétend que les racines postérieures tirent leur origine de trois points, des cornes postérieures de la substance grise, des faisceaux postérieurs blancs de la moelle épinière, et des faisceaux latéraux, et que les racines antérieures naissent également de trois points distincts, des faisceaux antérieurs, des sillons antéro-latéraux et des faisceaux latéraux. Il dit aussi que la substance grise intérieure préside au sentiment, et la blanche au mouvement, que les cordons antérieurs de la moelle et les racines antérieures sont destinés au mouvement des muscles fléchisseurs, les postérieurs à celui des extenseurs, ce qui est inexact, du moins par rapport aux racines. Malheureusement nous ne pouvons pas faire d'expériences susceptibles de commander la confiance, sur la part que la substance grise et la substance blanche prennent aux deux fonctions, et ce qui frappe d'incertitude toutes celles qu'on exécute sur les cordons antérieurs et postérieurs, c'est l'aptitude dont la moelle épinière est douée de transmettre par réflexion une affection sensitive à l'appareil moteur. En supposant, par exemple, que réellement les cordons antérieurs soient moteurs seulement, et les postérieurs consacrés exclusivement à la sensibilité, une lésion de ces derniers ne manquerait guère d'exciter des convulsions dans les cordons antérieurs, parce que, toutes les fois que la moelle épinière éprouve une lésion considérable, elle tombe dans l'état réflectif, qui fait que toute irritation des nerfs sensitifs parvenue jusqu'à elle se réfléchit sur les nerfs moteurs.

Van Deen (5) et Kuerschner (6) ont publié, dans ces derniers temps, des expériences qui semblent appuyer le théorème de Bell, même à l'égard des cordons de

(1) *Comment. ad quæst. physiol.* Utrecht, 1830.
(2) Meckel's *Archiv*, 1827.
(3) *De funct. rad. ant. et post. nerv. spin.* Carlsruhe, 1833.
(4) *De medulla spinali.* Turin, 1823.
(5) *Nadere Ontdekkingen over de Eigenschappen van het Ruggemerk.* Leyde, 1839.
(6) Mueller's *Archiv*, 1841, p. 114.

la moelle épinière. Cependant Budge (1) est moins explicite : il prétend que l'irritation des cordons antérieurs provoque bien le mouvement, et celle des cordons postérieurs la sensation ; mais, suivant lui, il n'y a pas une seule partie de la moelle épinière dont l'irritation ne donne lieu aux deux phénomènes. D'après Stilling, la substance postérieure blanche serait sensitive, et l'antérieure motrice, tant qu'elle conserve des connexions avec la substance grise, tandis que la substance grise postérieure serait à elle seule la source du sentiment, et l'antérieure celle du mouvement (2). D'un autre côté, Van Deen (3) soutient que la moelle épinière, en général, n'est point sensible, qu'elle sert seulement de conducteur au sentiment, mais qu'on peut, en irritant sa surface postérieure, provoquer des mouvements réflexes dans diverses parties (4).

(1) *Untersuchungen ueber das Nervensystem*, 1841.

(2) *Archiv fuer physiologische Heilkunde*, t. I.

(3) Froriep's *Neue Notizen*, 528, 549.

(4) Dans un travail (*Recherches exp. et pathol. sur les propriétés et les fonctions de la moelle épinière et des racines des nerfs rachidiens ;* dans *Archiv. gén. de méd.*, 1841), fondé sur un grand nombre d'expériences et d'observations pathologiques, Longet a levé tous les doutes relatifs à la mission exclusivement motrice des cordons blancs antérieurs de la moelle, et sensitive de ses cordons postérieurs. Ayant constaté, comme tous les expérimentateurs, l'exquise sensibilité des faisceaux médullaires postérieurs, et, de plus, ayant donné la démonstration expérimentale de la *complète insensibilité* des antérieurs, il a d'abord fait connaître le caractère différentiel le plus tranché entre les *propriétés* de ces deux faisceaux. Pour trouver un caractère différentiel aussi prononcé entre les *fonctions* de ces mêmes parties, il eut recours au galvanisme dans les conditions suivantes : ayant fait choix d'animaux supérieurs (chiens adultes) il mit à nu la portion lombaire de la moelle, et la coupa transversalement au niveau de la dernière vertèbre dorsale, de manière à avoir deux segments, l'un *caudal*, l'autre *céphalique ; puis, après avoir attendu le temps suffisant pour que les effets d'action réflective de la moelle eussent disparu* (et ils disparaissaient rapidement chez les animaux supérieurs adultes), il appliqua successivement et comparativement les deux pôles d'une pile *modérément forte* aux faisceaux postérieurs et aux antérieurs du bout caudal de la moelle. Dans le premier cas, les résultats furent toujours négatifs, c'est-à-dire qu'aucune secousse convulsive ne se manifesta dans le train de derrière de l'animal. Dans le second, des contractions musculaires s'y montrèrent d'une manière constante. Longet a reconnu que la stimulation galvanique des faisceaux *latéraux* de la moelle (ceux qui sont compris entre les deux ordres de racines) donne lieu à des contractions musculaires sensiblement moindres dans les muscles abdominaux que celles qu'on obtient par l'excitation des faisceaux *antérieurs*, d'où la probabilité, dit-il, qu'ils pourraient bien avoir des usages différents de ces derniers. Du reste, ces faisceaux latéraux lui ont toujours paru être complètement insensibles aux irritants mécaniques, comme les antérieurs. Ces expériences établissent donc enfin la fonction exclusivement motrice des cordons antérieurs de la moelle, la fonction exclusivement sensitive des postérieurs, vérité tant de fois combattue, et d'ailleurs tant obscurcie par les contradictions sans nombre de ses partisans eux-mêmes. Elles révèlent entre ces cordons médullaires des différences fonctionnelles aussi incontestables que celles qui existent entre les deux ordres de racines des nerfs rachidiens (*Voy.* Longet, *Anat. du syst. nerv.*, t. I, p. 319, pour la relation des faits pathologiques confirmatifs de ses expériences). Dans un nouveau mémoire (*Sur la relation qui existe entre le sens du courant électrique et les contractions musculaires dues à ce courant ;* dans *Ann. méd. psychol.*, novembre 1844, et *Ann. de chim.*, même année), Longet et Matteucci ont ajouté une preuve importante en faveur de la distinction qui vient d'être établie. Ils y ont reconnu, en variant le sens du courant électrique, que l'influence du courant diffère totalement, dans ses effets, quand elle s'exerce sur des nerfs *exclusivement moteurs* (racines spinales antérieures), dont l'action n'est que centrifuge, ou sur des nerfs *mixtes* (sciatique, etc.), dont l'action est à la fois centripète et centrifuge. Ainsi, les premiers

Ces contradictions prouvent suffisamment que le sujet en question est encore couvert d'une profonde obscurité (1).

Les fibres de la moelle épinière arrivent au *sensorium commune* à travers la moelle allongée. Sans anticiper ici sur ce que j'aurai à dire des propriétés dévolues

excitent les contractions musculaires seulement au commencement du courant *inverse* et à l'interruption du courant *direct*, tandis que les seconds ne les font apparaître qu'au commencement du courant direct et à l'interruption du courant inverse. Longet et Matteucci, ayant constaté que les faisceaux blancs antérieurs de la moelle épinière se comportent avec les courants direct et inverse à la manière des nerfs simplement moteurs, ont donc contribué, par ces nouvelles expériences, à démontrer l'action exclusivement centrifuge ou motrice de ces faisceaux.

(*Note du trad.*)

(1) Tout le monde admet aujourd'hui l'opinion ancienne, que la moelle épinière transmet les impressions sensitives d'une manière directe, c'est-à-dire que c'est la moitié latérale droite de la moelle qui transmet les impressions reçues par la moitié droite du corps, *et vice versa*. Brown-Séquard annonce avoir trouvé, au contraire, que cette transmission se fait principalement d'une manière croisée. Voici quels sont les faits qui l'ont conduit à ce résultat. Après avoir coupé transversalement, sur un mammifère, une moitié latérale de la moelle épinière, à la hauteur de la dixième vertèbre costale, il a vu : 1° que le membre postérieur du côté de la section de la moelle est non seulement très sensible, mais qu'il paraît plus sensible qu'à l'état normal ; 2° que le membre postérieur de l'autre côté est très notablement moins sensible qu'à l'état normal. Si au lieu d'une seule section transversale sur une moitié latérale de la moelle épinière, on en fait deux sur le même côté, à la hauteur des onzième, dixième ou neuvième vertèbres costales, on constate aussi la persistance ou l'augmentation de la sensibilité du côté de la section et sa diminution très manifeste de l'autre côté. On peut encore augmenter le nombre des sections d'une même moitié latérale de la moelle, sans qu'il y ait de différences dans les résultats, à l'exception de celle-ci : L'animal, que ces mutilations ont très affaibli, manifeste moins vivement la perception de l'impression douloureuse, mais le membre postérieur du côté de la section paraît toujours au moins aussi sensible que la face et le train antérieur, tandis qu'au contraire le membre postérieur du côté opposé ne paraît qu'à peine ou nullement sensible. — Lorsqu'au lieu d'opérer la semi-section de la moelle à la région costale, on la pratique au niveau de la troisième vertèbre cervicale, on trouve que les deux membres du côté de la section paraissent plus sensibles qu'à l'état normal, tandis que les deux autres le sont beaucoup moins. Les cochons d'Inde survivant, en général, à la semi-section de la moelle, à la hauteur des dernières vertèbres costales, Brown-Séquard a pu constater, chez ces animaux, plusieurs mois après l'opération, la persistance de la sensibilité à son degré normal ou même avec un peu d'exaltation du côté de la section et sa diminution de l'autre côté. Si, après avoir coupé une moitié latérale de la moelle au niveau des dernières vertèbres costales, on coupe l'autre moitié, à quelques centimètres en avant, ou à la région cervicale, on trouve, en général, la sensibilité presque complétement perdue dans les deux membres postérieurs. Quelquefois, cependant, quand les deux semi-sections sont très éloignées l'une de l'autre, on trouve une sensibilité assez vive dans le train postérieur et surtout du côté de la section la plus voisine de l'encéphale. Si, en faisant une semi-section de la moelle, on empiéte légérement sur l'autre côté, la sensibilité se conserve presque inaltérée du côté de la semi-section, mais elle est perdue complétement, ou à bien peu près, de l'autre côté. Si, au contraire, la semi-section est incomplète et laisse intacte une portion, même minime, au voisinage du centre de la moelle, la sensibilité ne diminue ni d'un côté ni de l'autre, et elle paraît même exagérée du côté de la section. Si l'on fait une section longitudinale sur le plan médian de la moelle épinière, de façon à séparer complétement ses deux moitiés latérales, dans toute la partie qui donne naissance aux nerfs des membres pelviens, la sensibilité se perd, entièrement ou à bien peu près, dans ces deux membres. Ces diverses expériences ont été faites sur des mammifères de plusieurs espèces : le lapin, le chat, le chien, le mouton et le cochon d'Inde. C'est surtout sur ce dernier animal, si sensible, si vigoureux et qu'on se procure si aisément, que ces expériences ont été multipliées. Pour reconnaître l'existence et le degré d'énergie de la sensibilité, tous les genres d'excitation ont été mis en usage : le pincement,

aux diverses parties du cerveau et des autres particularités de la moelle épinière, je ferai seulement remarquer que cette dernière remplace par ses fibres, dans le cerveau, les fibres primitives de tous les nerfs rachidiens, de même que les nerfs cérébraux sont remplacés dans l'encéphale par leurs fibres primitives. Le cerveau reçoit les impressions de toutes les fibres sensibles de l'organisme entier; il en acquiert la conscience, et connaît l'endroit où elles ont lieu, d'après celles des fibres primitives qui sont affectées; à son tour, il excite la force motrice de toutes les fibres primitives motrices et de la moelle épinière, dans le mouvement volontaire. Nous admirons, dans cette activité, un mécanisme infiniment compliqué et délicat, quant à la disposition des éléments, tandis que les forces elles-mêmes sont de nature purement idéale. Quelque diverse que soit la manière d'agir, cependant l'action du cerveau, quand il excite telle ou telle partie parmi le nombre immense des fibres primitives, ressemble au jeu d'un instrument garni d'une multitude de cordes qui résonnent lorsqu'on remue les touches. L'esprit est le joueur ou l'excitateur; les fibres primitives de tous les nerfs, qui se répandent dans le cerveau, sont les cordes, et les commencements de ces fibres sont les touches. Niemeyer (1) explique les mouvements volontaires par la cessation de la tension des antagonistes; mais il y a des muscles qui continuent d'obéir aux ordres de la volonté après qu'on a pratiqué la section de leurs antagonistes.

Les troncs nerveux et la moelle épinière, tronc des nerfs du corps, se ressemblent encore en ce que les affections de celle-ci déterminent des sensations dans les parties extérieures, comme si ces dernières en étaient elles-mêmes le siége. Une compression sur les troncs nerveux fait naître un sentiment de fourmillement à la peau; celle de la moelle épinière donne lieu au même phénomène dans toutes les parties dont les nerfs prennent leur origine au-dessous du point lésé. Quand les nerfs sont affectés de tumeurs, les parties auxquelles se rendent leurs extrémités

la piqûre, la galvanisation et enfin la brûlure, soit par le feu, soit par un acide minéral concentré. Brown-Séquard croit que ces faits, rapprochés de deux cas pathologiques observés sur l'homme, démontrent, de la manière la plus incontestable, que la transmission des impressions sensitives se fait principalement d'une manière croisée dans la moelle épinière (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1850, t. XXXI, p. 700).

Brown-Séquard s'est aussi occupé de la question de savoir si les impressions sensitives ne se transmettent que par les cordons postérieurs de la moelle épinière. Dans sa thèse inaugurale (Paris, 3 janvier 1846), ainsi que dans un mémoire lu à l'Académie des sciences, en 1847 (*Comptes rendus*, t. XXIV, p. 389 et 93), il annonce avoir trouvé, comme Bellingeri, Schoeps, Calmeil, Rolando, Seubert, Van-Deen, Budge et Stilling, que la section des cordons postérieurs ne modifie guère la transmissibilité des impressions sensitives. Il a trouvé depuis, que non seulement les parties qui, après la section des cordons postérieurs, devraient être insensibles, suivant la théorie primitive de Bell, ne le sont pas, mais encore qu'elles paraissent manifestement plus sensibles qu'à l'état normal. Il a fait voir que les faits pathologiques rapportés par Longet, ne peuvent pas démontrer l'opinion de ce physiologiste, puisque, dans ces cas, les racines postérieures étaient altérées en même temps que les cordons postérieurs. Or, les racines postérieures servant incontestablement à la transmission des impressions sensitives, leur altération suffit pour expliquer l'anesthésie qui existait dans ces cas. Il fallait, pour pouvoir connaître le rôle des cordons postérieurs à l'aide de faits pathologiques, en trouver dans lesquels les cordons postérieurs fussent altérés, les racines restant intactes. Brown-Séquard annonce en avoir réuni treize satisfaisant à cette condition essentielle. Dans tous ces cas, la sensibilité était conservée plus ou moins complétement, et dans quelques uns elle était exagérée. É. L.

(1) *Materialien zur Erregungstheorie*. Gœttingue, 1800.

ressentent les plus vives douleurs, et, lorsqu'on coupe les troncs nerveux, les parties extérieures souffrent : il en est de même pour la moelle épinière, dont les affections inflammatoires et autres déterminent souvent de violentes douleurs, qui ont en apparence leur siége dans les parties extérieures. Dans le cas même de complète insensibilité pour les irritations du dehors, les lésions de la moelle épinière peuvent cependant encore provoquer des sensations subjectives, que l'individu rapporte aux parties extérieures de son corps. Tels sont les fourmillements qui se font sentir dans les membres inférieurs, malgré la perte totale du mouvement et de la sensibilité par rapport aux excitations du dehors (1). Mais les sensations subjectives dans les membres, malgré l'insensibilité absolue et la paralysie du mouvement, peuvent aussi être des douleurs extrêmement vives, comme chez un sujet qu'a observé Heydenreich, et qui avait les extrémités inférieures paralysées et complétement insensibles, ce qui ne l'empêchait pas de ressentir de temps en temps les douleurs les plus violentes. Le plus fréquent de tous les symptômes de ce genre est le fourmillement dans les parties extérieures, qui ne manque presque jamais dans les affections de la moelle épinière. Le fourmillement est ici la même chose que le tintement d'oreilles pour les nerfs auditifs, que les mouches volantes ou autres sensations subjectives morbides pour l'organe de la vue ; et, comme les sensations subjectives qui naissent du mouvenent du sang dans la rétine, chez l'homme bien portant, consistent en des points sautillants qui semblent être partout où l'on porte ses regards, de même le fourmillement ou la sensation de points mobiles est probablement aussi dû au mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires de la partie malade de la moelle épinière, quoiqu'on le sente en apparence dans les parties extérieures. Il y a d'autres cas où, au lieu du fourmillement, on a remarqué un prurit continuel aux jambes, que l'action de se gratter ne faisait pas disparaître.

Parmi les sensations subjectives qui accompagnent les affections de la moelle épinière se range encore l'*aura* épileptique, sensation analogue à un fourmillement, qui commence aux extrémités, souvent aux doigts et aux orteils, remonte peu à peu, et annonce l'accès. Comme il arrive souvent qu'une ligature établie sur la partie atteinte de l'*aura* empêche la manifestation de l'accès, cette circonstance semble venir à l'appui de l'hypothèse que la cause de l'*aura* épileptique réside aux extrémités des nerfs, et non dans la moelle épinière ; il se pourrait que la ligature agît seulement comme une forte irritation de la peau. L'*aura* n'a son siége dans les nerfs eux-mêmes que chez les sujets atteints de tumeurs nerveuses, et alors la ligature empêche réellement qu'elle ne se porte plus loin.

Comme le siége des sensations n'est ni dans les nerfs, qui portent au cerveau les courants ou les oscillations du principe nerveux nécessaire pour les produire, ni dans la moelle épinière, qui n'a non plus d'autre rôle que celui de conduire ces effets au *sensorium commune*, et comme la sensation ne naît que dans le *sensorium commune*, par suite des impressions que les nerfs et la moelle épinière lui transmettent, on comprend sans peine pourquoi le *sensorium commune* sent de la même manière les excitations, tant des fibres de la moelle épinière que de celles

(1) Ollivier, *Traité des maladies de la moelle épinière*. Paris, 1837, t. II, p. 419. — Consultez un fait remarquable de lésion partielle d'une des moitiés de la moelle épinière, observé par M. Bégin (*Bulletin de l'Académie royale de médecine*, Paris, 1840, t. VI, p. 201).

des nerfs, en quelque point de leur étendue que ces fibres aient été affectées; car, quelle que soit leur longueur, elles n'agissent jamais sur le *sensorium* que par leur extrémité cérébrale, et les irritations déterminées sur un point quelconque de leur longueur ne peuvent point agir autrement les unes que les autres. Cependant la moelle épinière nous offre, à cet égard, la même contradiction que les nerfs. De même qu'une compression exercée sur un tronc nerveux donne lieu à des sensations, non seulement dans le tronc même, mais encore, du moins en apparence, à son extrémité périphérique, de même aussi une lésion de la moelle épinière peut être sentie douloureusement, et dans le point où elle a lieu, et dans les parties auxquelles aboutissent les nerfs qui naissent au-dessous de ce point. A la vérité, beaucoup de cas de ce genre ne doivent pas trouver place ici, puisque les maladies de l'épine dorsale et des membranes qui enveloppent la moelle épinière sont nécessairement accompagnées de sensations dans les parties malades, en outre de celles qui tiennent à la compression du prolongement rachidien : mais il y a aussi des douleurs qui n'appartiennent qu'à la moelle épinière seule, et qu'on désigne sous le nom de *rachialgie*. Nous ignorons encore pourquoi les sensations sont rapportées, tantôt aux parties extérieures, et tantôt à la moelle épinière elle-même.

Jusqu'ici nous avons parlé des analogies de la moelle épinière avec les nerfs, c'est-à-dire que nous l'avons considérée comme conducteur entre les nerfs qui émanent d'elle et le cerveau, entre celui-ci et les nerfs. Il nous reste à examiner les propriétés qui la distinguent des nerfs, et qui lui sont dévolues comme faisant partie de l'appareil central.

II. *La moelle épinière est partie constituante des organes centraux.*

Sa structure démontre déjà qu'elle est plus qu'un conducteur des fibres nerveuses au cerveau. Si son rôle se bornait là, elle devrait ne contenir, à sa partie supérieure, que la somme des fibres qui s'en détachent depuis le haut jusqu'en bas, de même qu'un tronc nerveux ne renferme que l'ensemble des fibres qui sortent de lui pendant tout le cours de la distribution. La moelle épinière devrait donc s'amincir à mesure qu'elle fournit des nerfs, et représenter un cône dont le sommet serait tourné vers le bas. Mais elle n'affecte pas cette forme, quoiqu'en général son diamètre aille en diminuant de haut en bas. Même à son extrémité, où elle fournit les derniers nerfs, elle présente encore plus de masse que n'en offrent les filets radiculaires des nerfs qui naissent sur ce point. D'ailleurs, elle se renfle à la sortie des nerfs destinés aux membres, et chez plusieurs poissons elle se termine même inférieurement par une espèce de petit bouton allongé en pointe (1). En outre, elle se compose de deux substances, comme le cerveau. Mais on parvient à démontrer clairement les propriétés et les forces par lesquelles elle se distingue des nerfs.

1° La moelle épinière possède la faculté de réfléchir sur les nerfs moteurs les irritations sensitives de ses nerfs sensitifs. Cette propriété, en vertu de laquelle des mouvements succèdent à une sensation, sans que les deux genres de nerfs communiquent ensemble par leurs fibres primitives, a déjà été examinée lorsque nous avons parlé des phénomènes réflexes. Aucun nerf ne possède par lui-même, et dans

(1) E.-H. Weber dans Meckel's *Archiv*, 1827, p. 316.

le cas où il serait séparé des parties centrales, le pouvoir de donner lieu à des phénomènes de cette espèce.

La sensation qui parvient à la moelle épinière ne se borne pas, chez la salamandre, à provoquer le mouvement de toutes les parties situées au-dessous du point de la peau sur lequel porte l'irritation; le tronc entier se meut, quand bien même on n'irriterait que le bout de la queue. Par conséquent la moelle épinière de cet animal se comporte tout autrement qu'un tronc nerveux; car un tronc nerveux séparé de la moelle épinière et du cerveau ne sent point, et il ne détermine pas non plus de mouvements à l'occasion des irritations exercées sur les nerfs sensitifs de la peau.

2° La moelle épinière est susceptible de réfléchir une action des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs sans qu'elle sente elle-même. En prétendant qu'elle faisait partie du *sensorium commune*, on s'était fondé sur ce que les irritations de la peau du tronc, chez les animaux décapités, produisent des mouvements dans des parties voisines et éloignées. Il est bien vrai que le tronc d'une grenouille dont le cerveau a été séparé de la moelle épinière remue souvent un membre à la suite d'une irritation faite à la peau. La même chose arrive aussi chez les tortues. Mais ce phénomène s'explique parfaitement par la fonction réflective de la moelle épinière, par le pouvoir qu'elle a de réfléchir l'effet centripète d'un nerf sensitif sur des nerfs moteurs. J'ai montré précédemment que la réflexion d'une irritation sensitive sur un nerf de mouvement, à travers la moelle épinière, s'accomplissait surtout facilement dans les nerfs dont l'origine est très rapprochée, et nous ne devons pas être surpris de ce que l'irritation de la peau de la jambe fasse retirer la jambe, ou que celle de la peau du bras fasse mouvoir le bras. Cet effet a lieu involontairement, chez tous les hommes, à la suite d'une forte brûlure, comme aussi dans les cas d'irritation de la membrane muqueuse du pharynx, du larynx et de la trachée-artère. Constamment, en pareil cas, les mouvements réflexes surviennent de préférence, et involontairement, dans les parties mêmes qui sont irritées, c'est-à-dire qu'il y a déglutition involontaire après l'irritation du pharynx, occlusion de la glotte après celle du larynx, etc. La rétraction des membres chez une grenouille décapitée, dont on stimule la peau, n'est donc pas plus intentionnelle que le spasme tétanique général qui a lieu quand on touche la peau d'une salamandre terrestre à laquelle on a coupé la tête, ou d'une grenouille qu'on a narcotisée. La seule chose qu'il reste ici à prouver, c'est que, même pendant la santé, l'homme exécute, sans en avoir la conscience, des mouvements réflexes déterminés par l'excitation de nerfs sensitifs. Il arrive très souvent, presque toujours même, dans les mouvements de vomissement provoqués dans les muscles du tronc par un état maladif de l'estomac, de l'intestin, des reins, de la matrice, du foie, qu'on ne sent pas la cause dont ces viscères sont le siége; c'est-à-dire que l'excitation centripète des nerfs sensitifs, bien qu'elle arrive à la moelle épinière et à la moelle allongée, ne parvient point à la conscience. Ainsi la moelle épinière ne sent pas de toute nécessité dans les mouvements réflexes, et c'est sans fondement qu'on s'était étayé des exemples précités pour lui attribuer une faculté sensitive accompagnée de conscience. La tête même, séparée du tronc, peut offrir des phénomènes de réflexion, sans qu'il soit le moins du monde vraisemblable que la conscience y persiste encore. En effet, la décapitation entraîne une perte de sang bien autrement considé-

rable que celles qui suffisent déjà pour faire perdre connaissance à l'homme, sans compter les autres suites que doit entraîner une lésion telle que la section de la moelle épinière à sa partie supérieure. Si, en irritant le moignon de la moelle épinière, sur un supplicié, on voit les muscles de la face entrer en convulsion, c'est qu'il n'en peut point être autrement; on ne devrait même pas être surpris de voir des mouvements réflexes succéder à l'irritation de la peau de la tête chez un animal ou un homme décapité; car ce serait là un phénomène en tout semblable à celui qui survient dans les tronçons d'une salamandre coupée par morceaux; et il faut expliquer de la même manière celui que présente la tête d'un jeune chat séparée du tronc, dont le pharynx, quand on y introduit le doigt, se resserre autour, comme pour avaler.

3° La moelle épinière est un appareil chargé de force motrice, qui, même après avoir été séparé du cerveau, peut, sans excitation du dehors, déterminer des mouvements automatiques, par le seul fait de sa décharge. Les nerfs, du moins ceux du système cérébro-rachidien, ne sont point dans le même cas, quoique l'activité motrice du système sympathique ressemble, en ceci, à celle de la moelle épinière. Un nerf cérébral ou un nerf rachidien, séparé des parties centrales, ne provoque plus de mouvements dans les muscles, à moins qu'il ne vienne à être irrité; la moelle épinière, au contraire, peut encore, après avoir été séparée du cerveau, opérer des décharges dans les muscles. La salamandre terrestre à laquelle on coupe la tête, continue de se tenir sur ses pattes. Le tronc d'une grenouille décapitée se remue quelquefois encore, retire une patte ou l'allonge. L'anguille se tortille pendant longtemps après avoir subi la décapitation. Il faut apporter beaucoup de circonspection dans les expériences que l'on tente sur des reptiles. Si la tête a été coupée trop loin du tronc, celui-ci renferme encore une partie de la moelle allongée, et alors il peut certainement exécuter, non pas seulement des mouvements automatiques, mais encore des mouvements volontaires du tronc, de même que la partie supérieure du tronc d'une grenouille coupée en deux, derrière la tête, conserve encore le sentiment avec conscience et la volonté, ce qu'on voit assez clairement dans les expériences. Une autre circonstance, sur laquelle Marshall Hall a appelé l'attention, mérite d'être prise fortement en considération : un serpent décapité se trouve dans l'état où il a le plus de tendance à des phénomènes de réflexion; le moindre attouchement de la peau détermine des mouvements réflexes qui amènent de nouveaux contacts sur différents point du corps, et ceux-ci, à leur tour, provoquent de nouveaux mouvements; l'animal est-il enfin arrivé au repos, il suffit de la moindre secousse, ou du plus léger attouchement, pour que le même jeu se reproduise.

4° La moelle épinière, apte à produire des effets automatiques sur les nerfs du mouvement, laisse en repos, dans l'état de santé, la plupart de ces nerfs, notamment ceux de la locomotion; mais elle exerce une influence motrice continuelle sur beaucoup d'autres, et tient les muscles auxquels ils se distribuent dans un état non interrompu de contraction involontaire, qui ne cesse que quand elle-même tombe en paralysie. Ici se rangent, et des muscles qui sont en même temps soumis à la volonté, comme le sphincter de l'anus, et des muscles qui ne reconnaissent point l'empire de cette dernière, comme le sphincter de la vessie, la tunique musculeuse du canal intestinal, le cœur, etc. Ces effets de la moelle épinière es-

gent qu'il existe en elle un appareil particulier, mis en conflit avec le *sensorium commune*, et sur le compte duquel l'anatomie ne nous donne néanmoins aucun renseignement. Il peut même arriver, chez les animaux vertébrés inférieurs, que la communication entre le cerveau et la moelle épinière soit interrompue, sans que l'irradiation motrice de cette dernière sur les sphincters cesse d'avoir lieu, comme Marshall Hall l'a vu chez la tortue, dont le sphincter anal demeurait fermé après la décapitation, et ne se relâchait qu'après la destruction du prolongement rachidien.

5° Les parties de la moelle épinière ont une grande aptitude à se communiquer réciproquement leurs états; cette particularité établit une différence bien prononcée entre elle et les nerfs. Un nerf de grenouille que, sans irriter la moelle épinière, l'on galvanise, ne transmet pas son état à celle-ci tout entière. Lorsqu'après avoir coupé une racine antérieure ou une racine postérieure d'un des derniers nerfs rachidiens de la grenouille, on irrite, au moyen d'une simple paire de plaques, le bout qui tient à la moelle épinière, l'effet ne se transmet point, par celle-ci, jusqu'aux parties antérieures du corps, et il ne survient pas de convulsions dans la tête : mais, si l'on opère de même sur l'extrémité de la moelle épinière, les muscles des parties antérieures du corps sont pris de mouvements convulsifs. On conçoit, d'après cela, comment une maladie de la moelle épinière, même lorsqu'elle n'a d'abord son siége qu'à la partie inférieure de l'organe, affecte peu à peu les régions supérieures du corps, comment, par exemple, la faiblesse de l'extrémité inférieure du cordon rachidien qu'entraîne l'abus des plaisirs de l'amour, détermine l'amblyopie, des bourdonnements d'oreilles, etc.

6° Quand la moelle épinière est atteinte d'une grande irritation, par exemple dans la myélite, après une violente affection des nerfs (*tétanos traumatique*), ou sous l'influence des narcotiques, elle participe tout entière à cet état, et opère des décharges continuelles vers tous les muscles soumis à la volonté. La tension qu'elle exerce sur les sphincters, durant l'état de santé, devient alors générale; il éclate des convulsions générales, ou des spasmes tétaniques, qui se répètent de temps en temps, et qui sont même permanents dans certains muscles, tels que ceux de la mastication. Ces états ont tantôt un caractère aigu, comme dans les cas précités de lésions considérables, tantôt un caractère chronique, comme dans l'épilepsie, soit que l'irritation dépende de maladies des organes centraux eux-mêmes (épilepsie cérébrale ou rachidienne), soit qu'elle ait pour point de départ quelque nerf, par exemple une tumeur développée sur le trajet de l'un d'entre eux. Une irritabilité analogue, mais plus faible, de la moelle épinière, avec des mouvements très sujets à changer de lieu, se manifeste aussi dans les spasmes cloniques, la danse de Saint-Guy, etc.

7° Les mouvements spasmodiques provoqués par des poisons narcotiques ont leur cause dans la moelle épinière, et non dans les nerfs. Lorsqu'on empoisonne un animal avec de la noix vomique, ou avec de la strychnine, après avoir coupé les nerfs des extrémités, le tétanos qui survient ensuite ne détermine point de spasmes dans les parties dont les nerfs ont été séparés des parties centrales. Cette expérience prouve que les poisons narcotiques agissent sur les organes centraux, et par eux sur les nerfs. On a beau couper la moelle épinière elle-même avant d'empoisonner l'animal, ou après, les spasmes n'en ont pas moins lieu dans les

parties situées derrière la section, ce qui démontre que les narcotiques agissent jusqu'à la mort sur toute partie de la moelle épinière qui est chargée de puissance motrice.

8° La moelle épinière est, par sa tension motrice, la cause de l'énergie de ses mouvements. L'intensité de nos efforts dépend en grande partie de cet organe. Quoique, en général, elle laisse la plupart des nerfs moteurs dans l'inaction, quand la volonté ne fait point intervenir ses déterminations, cependant c'est à elle que tiennent la force et la durée des décharges motrices que le *sensorium commune* opère volontairement. La moelle épinière entretient sans cesse une sorte de magasin de force motrice, et, lorsqu'elle agit comme conducteur de l'oscillation partie du *sensorium commune*, au moyen de la prolongation des fibres nerveuses jusque dans le cerveau, l'intensité de l'effet qui a lieu dépend, non pas uniquement de la force de la volonté, mais encore de la quantité de principe nerveux moteur accumulée dans cette colonne. De là vient qu'elle peut conserver son aptitude comme conducteur, bien qu'elle ait perdu sa seconde propriété, celle de régler la force du mouvement volontaire, comme il arrive dans la phthisie dorsale. Dans cette maladie, qui doit naissance à l'abus des jouissances, et qui s'accompagne d'une atrophie de la moelle épinière, il n'y a d'abord aucun muscle des membres inférieurs qui soit frappé de paralysie; tous obéissent encore à la volonté, même à une époque assez avancée de la maladie; le sujet peut exécuter toutes sortes de mouvements, et la moelle épinière n'a évidemment rien perdu de son aptitude à conduire les oscillations ou les courants qui émanent du *sensorium commune;* mais les mouvements ont perdu leur énergie, le malade ne peut plus rester longtemps ni assis ni debout, et les forces vont toujours en diminuant, jusqu'à ce qu'elles s'éteignent tout à fait, et qu'il y ait paralysie complète. Il faut bien distinguer cette espèce de paralysie d'autres dans lesquelles la propagation se trouve interrompue en un point quelconque de la colonne motrice, et où les muscles correspondants n'obéissent plus à la volonté, tous les autres conservant la plénitude entière de l'énergie de leurs mouvements.

9° La moelle épinière est la cause de la puissance et de la tension sexuelles: l'exercice du penchant à la reproduction est régi par elle. On ne saurait contester que cet organe est un des plus affectés dans le coït; nous en avons pour preuve les violents mouvements réflexes qui, dans les vésicules séminales et les muscles du périnée, succèdent aux irritations sensitives des nerfs de la verge. L'accablement qui suit l'acte vénérien ne peut avoir sa cause que dans la moelle épinière. Les forces de cette colonne ne reviennent que peu à peu au degré de tension nécessaire pour la répétition de l'acte; il faut du temps pour ramener en elle cette exubérance de principe actif qui fait que toute attention du *sensorium* portée sur les rapports des sexes détermine l'érection, et que l'idée peut en quelque sorte décharger la moelle épinière pour déterminer, au moyen de l'influence nerveuse organique émanée d'elle, l'accumulation du sang dans la verge. Mais, cette puissance de la moelle épinière, ses maladies la lui font perdre aussi (1).

10° L'influence qu'elle exerce, par les nerfs organiques, sur les opérations chimico-organiques du système capillaire, se manifeste non seulement par les chan-

(1) *Voy.* Ségalas (*Bulletin de l'Académie royale de médecine*, t. IX, p. 1102).

gements que la sécrétion cutanée subit dans la syncope, mais encore, et d'une manière bien plus prononcée même, par l'état de la peau chez les hommes dont la moelle épinière souffre à la suite d'excès : lorsque le coït est trop souvent répété, outre que les forces diminuent, la peau devient plus turgescente, elle exhale moins, elle est plus sèche, la chaleur baisse, et du froid se fait sentir aux pieds, aux mains, aux parties génitales.

11° La moelle épinière est aussi le siége d'une impression morbide dans toutes les affections fébriles, et les changements que la fièvre apporte aux sensations, aux mouvements, aux phénomènes organiques, aux sécrétions, à la production de la chaleur, ne peuvent être conçus que par l'extension de la maladie à l'organe dont ce chapitre est consacré à faire connaître les propriétés. Comme les affections des nerfs cérébro-rachidiens déterminent rarement la fièvre, et qu'elles occasionnent plus facilement d'autres affections nerveuses ; comme aussi rien n'est plus propre à produire la fièvre qu'un changement de l'action des vaisseaux capillaires dans une partie quelconque, soit une modification de l'état des membranes muqueuses, soit une inflammation d'un organe, quel qu'il soit, nous sommes très disposé à admettre qu'il y a, dans la fièvre, une impression transmise à la moelle épinière, puis réfléchie par elle sur tous les nerfs, dont le point de départ est une affection violente des nerfs organiques d'une partie quelconque, soit inflammation, soit toute autre irritation.

Quant à ce qui concerne les effets organiques de la moelle épinière comparés à ceux du cerveau, nous savons, d'après les expériences de Flourens (1), confirmées par celles de Hertwig (2), qu'un oiseau auquel on a enlevé les hémisphères du cerveau, et auquel on a soin d'entonner des aliments, peut vivre encore pendant un certain laps de temps sans maigrir.

CHAPITRE III.

Du cerveau.

Comparaison du cerveau des animaux vertébrés.

Il n'est aucune partie de la biologie qui puisse faire plus d'emprunts à l'anatomie comparée que la physiologie du cerveau. Les diverses classes du règne animal offrent, en raison du plus ou moins de développement des facultés intellectuelles, une série de différences qui sont de la plus haute importance pour l'interprétation des parties de la masse encéphalique. D'ailleurs, l'indispensable nécessité de recourir aux expériences sur les animaux pour arriver à cette détermination, fait encore que nous ne pouvons nous passer d'un parallèle établi entre les cerveaux de ces êtres. J'ai donc cru devoir faire précéder l'examen des propriétés et des forces dévolues à l'encéphale, d'un aperçu comparatif de l'organe lui-même chez les animaux vertébrés. Ces considérations doivent partir de l'état du cerveau chez

(1) *Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux*, 2ᵉ édit., Paris. 1842.
(2) *Experimenta quædam de effectibus læsionum in partibus encephali*. Berlin, 1826.

les fœtus de l'homme et des animaux supérieurs, parce que c'est lui qui, ici c
dans toutes les recherches du même genre, fournit les points de comparais
plus sûrs (1).

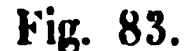


Fig. 83.

Il suffit d'un coup d'œil superficiel jeté sur le cerveau de l'homme et des
brés supérieurs pour s'apercevoir que les hémisphères, dont la partie posté

(1) La figure 83 représente la base ou région inférieure de l'encéphale humain : A ex
tion de la grande scissure verticale; B chiasme des nerfs optiques; C tubercule cendré
pituitaire à son origine; E E tubercules pisiformes; F espace perforé moyen; G pont de
H bulbe rachidien; I I circonvolutions longitudinales, limitées en dehors par des anfrac
qui reçoivent les nerfs olfactifs K K; L L face excavée des deux lobules frontaux; M rac
terne du nerf olfactif; N racine externe de ce nerf; O nerf optique; extrémité antérieu
circonvolution de l'hippocampe; Q espace perforé latéral; R R pédoncules cérébraux; S
oculo-musculaires communs; T T grosse et petite racines des trijumeaux; U U nerfs ocul
culaires externes; V nerfs faciaux; Y nerf intermédiaire au facial et à l'acoustique;
acoustique; *a* nerf glosso-pharyngien; *b* nerf pneumogastrique; *c* nerf accessoire; *d* nerf
glosse; *f f* lobules frontaux; *g g* lobules sphénoïdaux : *h h* lobules occipitaux; *k k* lobes la
du cervelet; *l* portion de son lobe médian.

couvre, dans l'espèce humaine. non seulement les tubercules quadrijumeaux, mais encore le cervelet, sans se confondre avec les parties sur lesquelles ils font saillie, se retirent de plus en plus en avant chez les animaux, et laissent à découvert, supérieurement, les parties qu'ils recouvrent chez l'homme. Le cervelet est déjà libre dans les rongeurs, les tubercules quadrijumeaux le sont aussi dans les oiseaux, et plus encore dans les reptiles. A mesure que les hémisphères diminuent, les tubercules quadrijumeaux grandissent, et, si ces derniers sont encore beaucoup plus petits que les hémisphères dans les reptiles, le rapport a tellement changé, dans les poissons, qu'on est dans le doute de savoir quelles sont les parties qu'on doit considérer comme hémisphères, et quelles comme tubercules quadrijumeaux. En effet, le cerveau de ces animaux n'offre qu'une série de renflements, les uns pairs et les autres impairs : le plus postérieur, qui est impair, repose sur la moelle allongée, et couvre le quatrième ventricule et le cervelet. Au-devant de lui se trouve une paire de renflements, souvent les plus gros de tous, et creux dans leur intérieur, d'où naissent en grande partie les nerfs optiques; plus en avant, on aperçoit une autre paire de renflements, pleins et adhérents ensemble dans le milieu; tout à fait à la partie antérieure, on en découvre encore deux, qui sont séparés l'un de l'autre, et desquels les nerfs olfactifs tirent leur origine. Il n'y a que le cerveau du fœtus des animaux supérieurs qui ressemble, jusqu'à un certain point, au cerveau des animaux inférieurs, car les hémisphères y sont petits; ils ne dépassent d'abord ni le cervelet, ni les tubercules quadrijumeaux, et il y a une époque à laquelle le volume de ces derniers n'est point inférieur au leur. Dans ce cas, on trouve une série de renflements analogues à ceux que présente l'encéphale des poissons; d'abord, en arrière, un petit cervelet impair, puis les deux gros tubercules quadrijumeaux, non encore séparés en paire antérieure et en paire postérieure, et creux dans l'intérieur (ventricule qui devient plus tard l'aqueduc de Sylvius), ensuite les hémisphères, ayant, chez les mammifères, les lobes olfactifs à leur partie antérieure. Cependant l'état du cerveau des mammifères durant la première période de la vie fœtale n'est point assez bien connu pour permettre de le comparer avec fruit avec celui de cet organe chez les poissons. Nous ne pouvons employer à cet effet que les observations recueillies sur l'embryon de poulet. Or, d'après les recherches de Baer (1), le cerveau de l'embryon d'oiseau offre les renflements suivants, en procédant d'arrière en avant :

1° Un cervelet impair, couvrant le quatrième ventricule au-dessus de la moelle allongée.

2° La vésicule des tubercules quadrijumeaux, de laquelle principalement naît le nerf optique; elle est creuse dans l'intérieur, et renferme le ventricule de Sylvius, qui se trouve aussi contenu, chez l'adulte, entre les lobes optiques, écartés l'un de l'autre par le bas.

3° La vésicule du troisième ventricule. Le troisième ventricule, borné latéralement par les couches optiques et inférieurement par l'entonnoir, n'est pas couvert, chez l'embryon, par les hémisphères, qui sont encore très petits; cependant il n'est point, dans le principe, ouvert à la partie supérieure, où l'on remarque un

(1) *Voy.* BURDACH, *Traité de Physiologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1838, t. III p. 202.

couvercle qui, plus tard, se déchire d'avant en arrière, sur la ligne médiane, et dont la partie postérieure produit la glande pinéale, en revenant sur elle-même, de manière que les pédoncules de cette glande indiquent l'étendue qu'avait primitivement le couvercle médian. Les couches optiques sont contenues dans la vésicule du troisième ventricule.

4° La double vésicule des hémisphères, contenant dans son fond les corps striés. Cette vésicule, d'abord plus petite que celle des tubercules quadrijumeaux ou lobes optiques, grossit peu à peu, et s'étend en arrière sur la vésicule du troisième ventricule et sa fente. Dans l'origine, elle n'est point déchirée à sa partie postérieure, c'est-à-dire qu'il n'y a encore aucune trace de la grande fissure du cerveau par laquelle on pénètre, chez l'adulte, dans la cavité des hémisphères, en passant sous le bord inférieur et postérieur de ceux-ci. Il y a donc un moment où l'on ne peut arriver que par la fente de la vésicule du troisième ventricule dans les vésicules des hémisphères, qui font corps avec elle. Mais, après qu'une fente transversale s'est établie à l'endroit où le bord inférieur et postérieur des vésicules des hémisphères, qui fait saillie en manière de bourse au-dessus de la vésicule du troisième ventricule, se confond avec le bord antérieur de cette dernière, la grande fente cérébrale existe, fente à travers laquelle chacun sait qu'on peut, chez l'adulte, après avoir enlevé la pie-mère, pénétrer dans le ventricule latéral, au-dessous des piliers postérieurs de la voûte.

Donnons maintenant une description rapide de l'encéphale des poissons, en commençant, comme l'a fait G. Cuvier (1), par le cervelet, sur le compte duquel il ne peut y avoir aucun doute :

1° Le cervelet. Il est impair, et situé en travers sur la moelle allongée ; il couvre le quatrième ventricule, qui s'ouvre au-dessous de lui, en arrière, comme chez tous les animaux.

2° Les lobes optiques. Au-devant du cervelet, on découvre en haut une paire de lobules creux, unis le long d'un sillon médian de leur paroi supérieure. Ils donnent origine aux nerfs optiques, et l'on ne doit pas les confondre avec les couches optiques des animaux supérieurs. Leurs parois contiennent deux couches de fibres; la couche extérieure marche d'arrière en avant et de dehors en dedans ; l'interne rayonne de bas en haut et de dedans en dehors dans les parois des lobes optiques. Sur le fond (chez les poissons osseux seulement), on aperçoit deux paires de petits corps, qui sont entourés extérieurement d'un renflement gris d'où part le rayonnement intérieur ; au-devant de ces corps se trouve un enfoncement, le troisième ventricule, qui conduit à la glande pituitaire. Au-devant du troisième ventricule est placée la commissure antérieure. Les nerfs optiques sortent de la couche fibreuse extérieure de ces lobes. Au-devant des petits corps gris s'ouvre, dans le troisième ventricule, l'aqueduc, qui vient, au-dessous d'eux, du quatrième ventricule. A l'extrémité antérieure des lobes optiques, entre eux et les lobes antérieurs, on aperçoit, sur la ligne médiane, une ouverture peu favorable à l'opinion des anatomistes qui regardent ces lobes comme les analogues des hémisphères des animaux supérieurs. Le nerf pathétique naît derrière les lobes optiques, et derrière les petits corps gris, au-devant du cervelet.

(1) *Histoire naturelle des poissons*, t. I.

3° Au-dessous des lobes optiques sont placés, à la base du cerveau, et au-devant de la moelle allongée, deux petits renflements, appelés lobes inférieurs, d'où partent aussi, selon Cuvier, des fibres allant se rendre aux nerfs optiques, mais dont Gottsche nie l'existence. Ils contiennent rarement une cavité, qui communique avec le troisième ventricule.

4° Les lobes antérieurs sont gris, placés au-devant des lobes optiques, et en général plus petits que ces derniers. Ils ont un volume extraordinaire dans les raies et les squales. Ils sont unis, sur la ligne médiane, par une ou deux commissures. Leur surface montre parfois des circonvolutions. Ils ne sont pas creux, si ce n'est chez les raies et les squales, où leur volume dépasse celui des lobes optiques. De ces lobes naissent les nerfs olfactifs, soit immédiatement, soit par un renflement; ces renflements des nerfs olfactifs, appelés eux-mêmes lobes olfactifs, sont ensuite séparés l'un de l'autre, et sans commissure.

5° Chez beaucoup de poissons, il y a une sorte de glande pinéale. Elle est située au-devant des lobes optiques, et fixée par deux pédoncules à la base postérieure des lobes antérieurs.

6° La plupart des poissons ont des renflements de la moelle allongée qui correspondent à l'origine du nerf vague, et qu'on nomme lobes postérieurs.

Si l'on prend en considération qu'à l'endroit où les nerfs olfactifs naissent des lobes antérieurs, il se trouve souvent un tubercule olfactif, que les nerfs optiques proviennent des lobes optiques, et les nerfs vagues des lobes postérieurs, on demeure convaincu que les lobes du cerveau des poissons sont en grande partie des masses centrales pour les nerfs principaux, de même que la moelle épinière des trigles offre une série de cinq renflements à l'endroit où naissent les gros nerfs destinés aux appendices libres qui sont placés au-dessous des nageoires pectorales, de même aussi que celle de tous les animaux vertébrés présente des renflements à l'origine des nerfs brachiaux et cruraux.

Pour ce qui concerne l'interprétation du cerveau des poissons, comparé à celui des animaux supérieurs, les opinions sont partagées.

1° Les uns, comme G. Cuvier, comparent les lobes optiques des poissons aux hémisphères cérébraux des animaux supérieurs. Ils se fondent sur l'existence du troisième ventricule au fond de la partie médiane des lobes optiques, et sur la commissure qui existe au-devant de ce ventricule. Ils comparent aux tubercules quadrijumeaux les renflements situés au fond de la cavité des lobes optiques, derrière le troisième ventricule. Enfin les lobes olfactifs, placés au-devant des optiques, sont pour eux les analogues des lobes olfactifs qui se voient au commencement des hémisphères cérébraux chez les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Gottsche, dans son beau travail sur le cerveau des poissons (1), semble pencher en faveur de cette opinion. Cependant elle a contre elle la situation de la glande pinéale au-devant des lobes optiques, car, si ceux-ci représentaient les hémisphères, la glande devrait être placée en avant des tubercules quadrijumeaux; elle a contre elle encore la petitesse des renflements situés au fond de la cavité des lobes optiques, tandis que les tubercules quadrijumeaux des oiseaux et des reptiles sont fort gros et creux. Les commissures des lobes antérieurs ne s'opposeraient pas à ce qu'on

(1) MUELLER's *Archiv*, 1835.

l'admît, car les lobes des nerfs olfactifs des animaux supérieurs sont également réunis par une commissure.

2° La plupart des auteurs, tels que Arsaky, Carus, qui donne le nom de couches optiques aux lobes optiques, Tiedemann, Serres, Desmoulins, regardent ces lobes comme les analogues des tubercules quadrijumeaux des animaux supérieurs, et rapportent aux hémisphères les lobes solides placés au-devant d'eux. Ils se fondent sur le volume des tubercules quadrijumeaux, sur la cavité que ces corps renferment chez les oiseaux et les reptiles, sur la part qu'ils prennent à l'origine des nerfs optiques chez les animaux supérieurs, sur le volume très considérable et l'excavation de ces mêmes corps chez les fœtus des animaux supérieurs, à une certaine époque de la vie desquels ils surpassent même toutes les parties du cerveau en grosseur. On peut alléguer aussi en faveur de cette opinion la situation de la glande pinéale au-devant des lobes optiques des poissons. Mais d'autres circonstances s'élèvent contre elle, savoir : la solidité des lobules situés au-devant des lobules optiques, et que l'on compare aux hémisphères (ils ne sont creux que chez les poissons cartilagineux), les renflements placés au fond des lobes optiques, et qu'on ne trouve point dans les tubercules quadrijumeaux des animaux supérieurs, la situation du troisième ventricule sur la base des lobes optiques, enfin la commissure qui se remarque au-devant de ce ventricule.

3° Treviranus compare les lobes optiques des oiseaux à la partie postérieure des hémisphères et aux tubercules quadrijumeaux des mammifères, notamment à la réunion des corps genouillés avec les tubercules quadrijumeaux. Le principal argument à l'appui de cette hypothèse est que la partie postérieure des couches optiques fait saillie dans la cavité des lobes optiques des oiseaux et des reptiles. D'après cela, les lobes optiques devraient être considérés comme une réunion de la partie postérieure des hémisphères avec les parois des tubercules quadrijumeaux, qui sont entièrement creux chez le fœtus.

4° Dans mon opinion, les lobes optiques des poissons correspondent aux lobes optiques ou à la vésicule des tubercules quadrijumeaux, et en même temps à la vésicule du troisième ventricule du fœtus des oiseaux. L'exactitude de ce rapprochement est prouvée d'une manière définitive par la structure du cerveau des lamproies, chez lesquelles les lobes optiques se divisent en un lobe du troisième ventricule, d'où naissent les nerfs optiques, et en une vésicule des tubercules quadrijumeaux, tandis que, chez les autres poissons, tous deux représentent ensemble une vésicule commune, au fond de laquelle se trouve le plancher du troisième ventricule. Le lobe du troisième ventricule des lamproies présente, en haut et en devant, la fente qui se forme dans la vésicule du troisième ventricule de l'embryon d'oiseau, et cette fente des lamproies reparaît à la partie antérieure des lobes optiques des autres poissons. Il suit de là en même temps que les lobes optiques des poissons diffèrent encore beaucoup de ceux des autres animaux ; car, chez les reptiles et les oiseaux, ces lobes sont les vésicules des tubercules quadrijumeaux du fœtus d'oiseau et du fœtus de mammifère (1). Les lobes inférieurs des poissons sont comparés par Desmoulins aux éminences mamillaires des mammifères, et par Cuvier aux lobes optiques des oiseaux, qui seraient descendus plus bas encore.

(1) Mueller's *Archiv*, 1834. p. 62,

Cependant les lobes optiques des oiseaux, quoiqu'ils soient écartés l'un de l'autre, rejetés tant en bas qu'en dehors, et unis seulement par une bande transversale, correspondent évidemment à la grosse masse des tubercules quadrijumeaux du fœtus des mammifères. Gottsche nie l'existence de fibres du nerf optique provenant des lobes inférieurs.

Si l'on compare les reptiles et les oiseaux avec les mammifères, on voit que les premiers possèdent la voûte, mais qu'ils n'ont pas la grande commissure des hémisphères, ou le corps calleux, qui n'apparaît d'une manière complète que chez les mammifères; que leurs lobes optiques sont encore creux, tandis que les tubercules quadrijumeaux des mammifères renferment seulement l'aqueduc de Sylvius, et ne sont creux que pendant la vie embryonnaire; enfin que les lobes optiques se divisent encore, comme les tubercules quadrijumeaux des mammifères, en deux paires d'éminences, l'une antérieure, l'autre postérieure. On n'observe point encore les éminences mamillaires. Les oiseaux et les reptiles sont dépourvus aussi de la partie visible extérieurement du pont de Varole, quoiqu'on leur refuse à tort ce dernier, puisqu'il faut y rapporter, même chez les mammifères et l'homme, les fibres transversales profondes qui se remarquent entre les faisceaux de la moelle allongée. Les parties latérales du cervelet sont moins développées que chez les mammifères.

Les mammifères, comparés à l'homme, ont les hémisphères moins développés d'une manière relative, d'où il suit que, chez beaucoup d'entre eux, le cerveau n'est pas partagé en plusieurs lobes; c'est seulement chez les ruminants, les carnassiers, les pachydermes et les solipèdes, qu'on commence à apercevoir une division en deux lobes, qui correspondent plus aux lobes antérieur et moyen qu'aux lobes postérieurs du cerveau de l'homme, ce qui s'accorde avec l'absence de la corne postérieure des ventricules latéraux chez les animaux, à l'exception des singes, des phoques et des dauphins. Les circonvolutions sont à peine marquées aussi chez beaucoup de mammifères, tels que les rongeurs, les chéiroptères, la taupe, le hérisson, les tatous et les fourmiliers; on ne les distingue bien que chez les carnassiers, les ruminants, les solipèdes, les pachydermes et les singes; mais elles sont plus simples que chez l'homme (1). La commissure inférieure du cervelet, ou le pont de Varole, est déjà visible à l'extérieur, chez les mammifères; mais elle est étroite encore, ce qui fait qu'on peut suivre plus loin les pyramides de la moelle allongée, qui, chez l'homme, sont cachées par la couche profonde des fibres transversales du pont. Chez beaucoup de mammifères aussi, les faisceaux de fibres transversales, embrassant la moelle épinière, qui se trouvent placés derrière le pont proprement dit, sont séparés de ce dernier (2).

Sur la moelle allongée, on ne distingue bien ni les corps olivaires à l'extérieur, ni le corps frangé à l'intérieur; les stries médullaires transversales du quatrième

(1) CARUS, *Traité élémentaire d'anat. comp.*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1825, t. I p. 97. — *Cons.*, sur les circonvolutions du cerveau des mammifères, LEURET, *Anat. comp. du syst. nerv., considéré dans ses rapports avec l'intelligence*, t. I. Paris, 1839. Cet auteur conclut de ses recherches (p. 589), que ni la présence des circonvolutions, ni leur nombre, ni leur forme, ne révèlent d'une manière absolue le nombre et l'étendue des facultés des mammifères. (*Note du trad.*)

(2) TREVIRANUS, *Vermischte Schriften*, 3, 12.

ventricule manquent généralement, et le cervelet, qui possède moins de feuillets que celui de l'homme, a aussi, la plupart du temps, moins de volume; mais les touffes sont plus développées, comme chez les oiseaux, et, de même que chez ces animaux, elles occupent souvent une fosse particulière creusée dans le rocher. Les lobes olfactifs, que l'on remarque à l'extrémité antérieure des hémisphères du cerveau des oiseaux, existent encore chez les mammifères, dont les tubercules olfactifs diffèrent des nerfs olfactifs de l'homme en ce qu'ils sont creux et que leurs cavités communiquent immédiatement avec les ventricules latéraux du cerveau.

Forces du cerveau et facultés de l'âme en général.

Le cerveau des animaux grossit de plus en plus, depuis les poissons jusqu'à l'homme, en raison du développement des facultés intellectuelles. D'après les évaluations données par Carus, sa masse est à celle du corps :: 1 : 720 dans la lote, :: 1 : 1305 dans le brochet, :: 1 : 1837 dans le bars, :: 1 : 380 dans la salamandre, :: 1 : 2240 dans la tortue terrestre, :: 1 : 91 dans le pigeon, :: 1 : 160 dans l'aigle, :: 1 : 231 dans le serin, :: 1 : 82 dans le rat, :: 1 : 351 dans la brebis, :: 1 : 500 dans l'éléphant, :: 1 : 48 dans le gibbon, :: 1 : 25 dans le *Simia capucina*. D'après Sœmmerring, le plus gros cerveau d'un cheval pèse une livre et sept onces, et le plus petit d'un homme adulte deux livres cinq onces et demie; cependant les nerfs qui sortent de sa base sont près de dix fois plus gros dans le cheval que dans l'homme. Le cerveau d'une baleine de notre Muséum, longue de soixante et quinze pieds, pesait cinq livres cinq onces et un gros, tandis que, suivant Sœmmerring, celui de l'homme pèse depuis deux livres cinq onces et demie jusqu'à trois livres une once sept gros. Si l'on pense que la moelle épinière diminue beaucoup moins chez les animaux inférieurs, puisque sa masse est à celle du corps, par exemple :: 1 : 481 dans la lote, :: 1 : 190 dans la salamandre terrestre, :: 1 : 305 dans le pigeon, et :: 1 : 180 dans le rat, il devient manifeste que le développement des facultés intellectuelles dans le règne animal dépend de la force du cerveau, et non de celle de la moelle épinière. Les variations considérables que la proportion subit dans une seule et même classe nous prouvent que le volume du cerveau, en général, n'y est pas non plus rigoureusement calculé dans la vue de dominer la masse du corps, et qu'il faut chercher, non pas en lui, mais dans la moelle épinière, la force des appareils moteurs nécessaires pour exercer la domination sur les masses musculaires (1).

Cependant toutes les parties du cerveau ne marchent pas, dans le règne animal, d'un pas égal avec le développement des facultés intellectuelles. La prépondérance de cet organe chez les animaux supérieurs se rattache surtout à l'accroissement des hémisphères. Le cervelet a bien, chez ces animaux, un volume proportionnel plus considérable que chez les animaux inférieurs; mais la proportion est beaucoup

(1) *Voy.* les recherches de Leuret (*loc. cit.*) sur le poids et le volume de l'encéphale des poissons (p. 153), des reptiles (p. 234), des oiseaux (p. 283) et des mammifères (p. 419). Le résultat est (p. 588) que le volume absolu du cerveau n'est pas dans un rapport nécessaire avec le développement de l'intelligence, non plus que le poids de l'encéphale comparé à celui du corps, ni le poids du cervelet, de la moelle épinière et de la moelle allongée comparé à celui du cerveau. (*Note du trad.*)

plus faible. Les tubercules quadrijumeaux sont proportionnellement plus petits chez l'homme, et la moelle allongée, avec ses ramifications dans le cerveau, n'est pas, proportion gardée, plus grosse chez lui que chez aucun animal. Cette partie amène également, chez tous les animaux, toutes les fibres nerveuses du tronc entier au cerveau. Cette circonstance seule nous prouve que le cerveau contient des parties qui ont la même signification chez tous les animaux, et qui ont partout la même importance pour la vie; en effet, la lésion de la moelle allongée est également mortelle chez tous les animaux, parce qu'elle affecte en quelque sorte le centre de la vie et de tous les mouvements volontaires, tandis que la lésion des hémisphères apporte bien moins de trouble dans les fonctions chez les reptiles que chez les êtres doués de facultés intellectuelles supérieures.

Sans entrer, dès à présent, dans l'examen des forces que les diverses parties du cerveau possèdent indépendamment des aptitudes intellectuelles, nous allons commencer par rechercher le rapport qui existe entre les facultés de l'âme et l'encéphale en général. L'anatomie comparée nous montre déjà que nous devons chercher dans le cerveau la source des facultés intellectuelles; les expériences sur les animaux et l'histoire des lésions de ce viscère comparées à celles d'autres organes le confirment. Il nous faut donc démontrer que les fonctions de l'âme ne s'accomplissent dans aucune partie du système nerveux, ni du corps en général, autre que le cerveau.

Quant à ce qui concerne d'abord les nerfs, les conséquences de leurs lésions prouvent qu'une fois séparés du cerveau, ils sont également soustraits à l'influence de la volonté, et que l'animal n'a plus la conscience de leurs états. A ce point de vue, la moelle épinière se comporte comme eux: toute lésion de cette colonne soustrait à l'influence du cerveau, et par suite à l'empire de la volonté, tous les nerfs qui naissent au-dessous du point où elle a lieu, tandis que ceux qui prennent leur origine au-dessus de ce point et le tronçon supérieur de ceux sur le trajet desquels on a pratiqué une section, peuvent encore apporter des sensations à la conscience et recevoir du cerveau les ordres de la volonté. La portion antérieure du tronc de la grenouille, derrière la tête séparée du corps, continue de sentir et de se mouvoir volontairement. Ainsi la section n'a rien fait perdre de ses forces à l'organe du pouvoir intellectuel; elle a seulement diminué l'étendue des parties sur lesquelles il règne, absolument de même qu'en perdant ses membres, l'amputé conserve ses facultés intellectuelles, et perd seulement les moyens de les manifester par des actions.

Toute autre partie quelconque du tronc peut encore moins que la moelle épinière être le siége des fonctions de l'âme. Les membres peuvent être amputés et les les viscères frappés de gangrène, c'est-à-dire de mort, sans que l'âme perde rien de sa lucidité, aussi longtemps que la vie persiste en pareil cas; il arrive même quelquefois qu'après l'apparition de la gangrène, dans une maladie inflammatoire, la conscience reprend sa netteté, qu'elle avait perdue. Nous ne devons pas être surpris de ce que le délire survient souvent dans les affections phlegmasiques, puisqu'en quelque partie du corps que celles-ci s'établissent, même dans celles don l'amputation ne porte aucune atteinte aux facultés intellectuelles, elles peuvent, lorqu'elles sont violentes, exercer une très vive impression sur le *sensorium commune*. Une forte inflammation à la peau provoque le délire: pourquoi la même

chose n'aurait-elle pas lieu dans l'inflammation d'une viscère? et cependant toute partie de la peau peut être enlevée, avec le membre entier, sans que l'âme s'en ressente. Mais, que cette violente impression d'une partie malade sur les organes centraux vienne à cesser par l'effet de la gangrène ou de la mort de l'organe, aussitôt tombe le voile qui couvrait en quelque sorte le *sensorium commune*, et la conscience peut redevenir claire et nette pendant le court espace de temps qui s'écoule jusqu'à la mort définitive. On parvient de cette manière à démontrer qu'aucun des viscères logés dans le bas-ventre ne saurait être le siége des fonctions de l'âme. Les maladies inflammatoires des organes importants contenus dans la cavité thoracique, les poumons et le cœur, peuvent causer la mort avant même d'avoir porté le trouble dans le *sensorium*. Cependant les affections chroniques de ces viscères et leurs dégénérescences démontrent jusqu'à l'évidence qu'ils ne sont pas non plus le siége des facultés de l'âme. Le phthisique ne perd rien de ces facultés, malgré la destruction totale de ses poumons. L'homme atteint d'une maladie du cœur peut éprouver une anxiété extrême, comme il arrive toujours quand la circulation est troublée; mais ses fonctions intellectuelles conservent leur intégrité. Ainsi tous les organes, à l'exception du cerveau, peuvent, ou sortir lentement du cercle de l'économie animale, ou périr en peu de temps, sans que les facultés de l'âme subissent aucun dérangement.

Il en est autrement du cerveau. Tout trouble lent ou soudain de ses fonctions change aussi les aptitudes intellectuelles. L'inflammation de cet organe n'est jamais sans délire, et plus tard sans stupeur. Une pression exercée dans le cerveau proprement dit amène toujours le délire ou la stupeur, suivant qu'elle a lieu avec ou sans irritation, et le résultat est le même, qu'elle soit déterminée par une pièce d'os enfoncée, ou par un corps étranger, de la sérosité, du sang, du pus. Les mêmes causes, suivant le lieu sur lequel porte leur action, entraînent souvent la perte du mouvement volontaire ou de la mémoire. Dès que la pression cesse, dès que la pièce d'os est relevée, la connaissance et la mémoire reviennent fréquemment; on a même vu des malades reprendre la série de leurs idées au point juste où la lésion l'avait interrompue. Les lésions du cerveau, chez les animaux, déterminent la stupeur et la perte de connaissance; de même, la plupart des aliénés ont cet organe atteint de désordres matériels considérables (1), quoiqu'il y ait néanmoins des cas, surtout dans la folie héréditaire, où les changements matériels subis par des fibres d'une ténuité microscopique, échappent à tous nos moyens d'investigation. On a objecté, il est vrai, que certains sujets ont présenté des destructions considérables, par exemple de tout un hémisphère, sans que leurs facultés intellectuelles fussent altérées; mais les expériences sur les animaux prouvent que les lésions, même subites, qui portent sur un seul hémisphère, n'entraînent pas sur-le-champ une stupeur complète, et que celle-ci ne se manifeste qu'après l'ablation des deux hémisphères; ce qui semble annoncer que ces deux portions du cerveau s'entr'aident réciproquement et peuvent même se suppléer l'une l'autre dans l'exercice des fonctions de l'âme.

Plusieurs savants distingués, Bichat et Nasse entre autres, sont d'une opinion

(1) *Cons.* PARCHAPPE, *Recherches sur l'encéphale, sa structure, ses fonctions et ses maladies*. Paris, t. I, 1836; t. II, 1838.

directement contraire à la mienne. Quoiqu'ils reconnaissent que le cerveau est le siége des hautes fonctions de l'âme, ils prétendent cependant que d'autres organes encore, par exemple ceux du bas-ventre et de la poitrine, prennent part jusqu'à un certain point à ces fonctions. Ils ont même de la propension à croire que le siége des passions pourrait bien résider dans les viscères, et ils se fondent tant sur les affections que ceux-ci éprouvent dans les passions que sur les altérations morbides qu'on découvre en eux dans certains cas d'aliénation mentale. Assurément, le canal intestinal, le foie, la rate, les poumons, le cœur, sont fréquemment malades chez les aliénés, et ils le sont même quelquefois dans des circonstances où le cerveau ne présente aucun changement matériel appréciable. J'accorde aussi que la maladie d'un viscère peut, comme toute autre cause occasionnelle, donner lieu à la manifestation d'un dérangement de l'esprit. Mais je ne conclus pas de là que tel ou tel viscère soit la source de certaines passions. Pour amener une maladie mentale quelconque, il faut une prédisposition dans le cerveau ; quand cette prédisposition, acquise ou surtout héréditaire, existe, tout désordre prolongé qu'une maladie d'un viscère quelconque provoque dans les fonctions des organes centraux, en vertu de l'impression que ces derniers ressentent, et des lois de la propagation des états nerveux dans la moelle épinière et le cerveau, suffit pour faire éclater l'aliénation mentale, absolument de même que toute partie du corps dont la perte ne porte aucun préjudice à l'âme, peut cependant, aussi longtemps qu'elle jouit de la vie, donner lieu à un délire sympathique par la transmission vive de sa disposition maladive au cerveau. De là vient aussi que, dans les délires de ce genre, l'état normal se rétablit à la cessation des troubles matériels dans les viscères qui influent de loin ou de près sur l'encéphale.

Quant aux rapports entre les viscères et les passions, on ne peut pas les nier sans doute; mais tout ce qui les concerne est encore enveloppé d'une grande obscurité. Il règne, dans cette partie de la physiologie, des opinions, assez généralement répandues, qui s'éloignent fort peu des simples traditions populaires. On sait qu'en vertu d'un changement d'état qui a lieu dans le cerveau, les passions exercent une action tantôt excitante et tantôt déprimante sur tout le système nerveux. Les passions excitantes sont accompagnées de tension et même de mouvements convulsifs dans certains muscles, principalement dans tous ceux qui dépendent du système respiratoire des nerfs, le nerf facial y compris; les mouvements de la respiration changent au point de produire les pleurs, les soupirs, le hoquet, et les traits du visage se déforment. Dans les passions déprimantes, telles que l'anxiété, la crainte, la frayeur, tous les muscles sont relâchés, parce que l'influence motrice de la moelle épinière et du cerveau sur eux diminue : les jambes ne soutiennent plus le corps, les traits de la face sont affaissés, l'œil est fixe, et l'effet peut aller jusqu'à la paralysie momentanée de tout le corps, principalement des sphincters. Les mouvements du cœur s'accélèrent dans les deux genres de passions; mais les premières leur impriment en même temps plus de force, tandis que la plupart des autres les rendent plus faibles. Les sensations sont changées dans certaines parties, notamment dans l'organe de la vue, dans l'appareil de la respiration, et dans celui de la digestion, souvent même dans le système nerveux entier. Les effets organiques des passions modifient la sécrétion de la glande lacrymale; celle de la peau, qui se couvre d'une sueur froide dans les passions déprimantes; celle

de la bile, qui transsude fréquemment à travers les parois des vaisseaux, et produit ainsi l'ictère; celle enfin de l'urine, qui devient aqueuse, comme dans toutes les affections nerveuses. Ils modifient également les actions des petits vaisseaux, et par là changent l'état de turgescence de la peau, qui tantôt rougit et tantôt pâlit. En un mot, l'influence des passions porte d'abord sur les nerfs de la respiration, le facial, le vague, les rachidiens respiratoires et le phrénique, puis, par la moelle épinière, sur le système entier des nerfs rachidiens, tant ceux de la vie animale que ceux de la vie organique. Mais, en laissant de côté les traditions, je ne connais rien qui établisse que, chez l'homme en santé, une passion agisse plus sur un organe que sur un autre. On dit que le cœur a des relations avec la joie, avec le chagrin, avec l'anxiété; mais quelle est la passion tant soit peu vive, excitante ou déprimante, dans laquelle son mode d'action ne change pas? Il en est de lui comme des organes lacrymaux, qui peuvent être affectés dans toute passion violente, puisqu'on voit souvent le chagrin, la colère, la joie, l'admiration, l'émotion, la tristesse, la crainte, l'anxiété, la frayeur s'accompagner de pleurs. On a prétendu que le foie était lié par une étroite connexion à la colère et au chagrin. C'est une assertion fort ancienne, qui a passé dans un grand nombre d'ouvrages, même physiologiques, mais qui est absolument fausse. Il y a sans doute des personnes dont le foie se trouve affecté quand elles ont éprouvé l'une ou l'autre de ces deux passions, dont le teint devient jaune, qui ressentent des douleurs dans l'hypochondre droit, ou qui même sont atteintes d'hépatite; mais ce phénomène n'a lieu que quand leur foie est déjà malade, ou lorsqu'elles ont une prédisposition innée aux affections hépatiques. La plupart du temps, rien de semblable ne s'observe après la colère ou le chagrin, et j'en appelle là-dessus à l'expérience des lecteurs. Combien d'hommes qui, après s'être mis en colère ou avoir éprouvé des contrariétés, ne ressentent rien du côté du foie, mais souffrent, les uns de l'estomac, les autres du cœur, c'est-à-dire de l'organe le plus impressionnable chez chacun d'entre eux? Il en est de même des autres passions. Aucune n'agit régulièrement sur le foie, sur l'estomac, sur le cœur, de préférence aux autres viscères; chez l'homme bien portant, leurs effets se propagent en rayonnant du cerveau à la moelle épinière, et de celle-ci au système nerveux, tant de la vie animale que de la vie organique. Tout ce qui arrive de spécial est purement individuel. On serait tenté de croire qu'il appartient en propre à la pudeur de rougir la peau du visage en déterminant une accumulation du sang dans les petits vaisseaux; mais beaucoup de personnes rougissent de dépit, d'impatience, tandis que d'autres pâlissent par l'effet de la honte, du dépit, de la colère, tout aussi bien que par celui de la crainte et de la frayeur. Les personnes douées d'une complexion hépatique sont les seules chez lesquelles une passion violente entraîne l'ictère ou l'hépatite. En un mot, les effets des passions sur les diverses régions des parties dépendantes du cerveau ne fournissent aucune preuve à l'appui de l'hypothèse dont les partisans prétendent que les passions elles-mêmes, ou en général certaines opérations de l'âme, ont leur siége hors de l'encéphale.

Si l'anatomie comparée, la physiologie et la pathologie se réunissent pour nous obliger à reconnaître que le cerveau est l'unique siége des effets de l'âme, que les nerfs sont les excitateurs de ces effets, et que toutes les autres parties éprouvent les effets des nerfs, elles ne démontrent cependant qu'une seule chose, c'est que l'âme agit au moyen de l'organisation cérébrale; mais il ne résulte pas de là que

le siége de son essence soit uniquement le cerveau. L'âme pourrait fort bien ne pouvoir accomplir des actes et recevoir des influences que dans un organe de structure déterminée, et cependant être répandue d'une manière générale dans l'organisme.

Je vais signaler des faits qui prouvent d'une manière péremptoire que l'âme, bien qu'elle n'agisse que dans le cerveau, n'est toutefois pas bornée entièrement à cet organe. Deux suffisent pour en donner la démonstration.

1° Les animaux inférieurs, tels que les planaires, les polypes, les annélides, sont divisibles; il y a plus même, certains polypes et certains annélides, comme les naïdes et les néréides, se reproduisent par division de leur corps. Ce fait nous montre que le principe vital est divisible avec la matière, puisque de tronçons séparés naissent de nouveaux individus. A la vérité, on ne peut pas dire de ces êtres qu'ils sont animés dans le même sens que les animaux supérieurs; cependant chacun des tronçons a sa volonté propre et ses appétits particuliers; or, comme, pour sentir, il faut de la conscience et de l'attention, nous avons la preuve que l'âme de ces êtres inférieurs, qu'il y ait ou non identité entre elle et le principe vital, est susceptible, comme celui-ci, de se diviser avec la matière.

2° L'âme est divisible, ainsi que le principe de la vie, même chez les animaux supérieurs et le plus haut placés dans l'échelle, sans excepter l'homme. Les animaux supérieurs et l'homme ne produisent pas de nouveaux individus animés par division d'eux-mêmes en plusieurs tronçons, mais ils engendrent par production de la semence chez le mâle et du germe chez la femelle. De quelque manière que puisse s'accomplir la génération du nouvel individu par la rencontre du germe de la femelle et de la semence du mâle, nous savons que cette seule rencontre suffit, chez les poissons, les grenouilles, les salamandres, pour donner lieu à la production d'un nouvel individu, sans nulle participation ni du mâle ni de la femelle, puisqu'il suffit même que l'art opère le rapprochement, comme l'apprennent les expériences de Spallanzani. Ainsi, le germe de la femelle et la semence du mâle renferment tout ce qui est nécessaire pour la manifestation du principe vital individuel et des fonctions de l'âme des animaux. Le germe et le sperme, ou l'un des deux, doivent donc contenir le principe de la vie et celui de l'âme à l'état pour ainsi dire latent; car, autrement, ces principes ne pourraient point se manifester à la naissance du nouvel individu. Or, nous sommes obligés d'admettre que les choses se passent de la même manière chez les animaux placés au sommet de l'échelle et chez l'homme, c'est-à-dire que le sperme et le germe renferment toutes les conditions nécessaires à la génération d'un nouvel être vivant et animé, et que tous deux, ou l'un des deux, contiennent à l'état latent le principe de la vie et celui de l'âme. Peu importe, quant au fond de la question, que le nouvel individu se développe hors du corps de la mère, comme chez les ovipares, ou dans son intérieur, comme chez les vivipares.

Nous voyons, par cette série de faits et de raisonnements, que, bien que les animaux supérieurs et l'homme ne procréent plus de nouveaux individus vivants et animés par division de leurs propres corps en plusieurs tronçons, ils sont cependant encore divisibles quant au principe de la vie et au principe de l'âme, en ce sens qu'une partie de leur matière, représentée par les liquides générateurs, est animée de ces principes, soit que ceux-ci diffèrent l'un de l'autre, soit qu'ils ne fas-

sent qu'un. Mais, les choses se passant ainsi, le principe de l'âme n'est évidemment point borné au cerveau ; il existe, quoique à l'état latent, dans des parties qui sont éloignées de l'encéphale et séparables du tout. C'est là ce que je voulais établir.

Le principe de la vie et le principe de l'âme arrivent-ils, à l'état latent, du cerveau à la semence ou au germe par la voie des nerfs, ou bien sont-ils répandus, à l'état latent, dans le sang, ou bien enfin sont-ils dispersés, toujours à l'état latent, dans le corps entier, tandis qu'ils n'agissent et ne reçoivent les effets d'autres parties que dans le cerveau, seul appareil organisé d'une manière à leur permettre de déployer librement leur activité? Toutes ces questions ne peuvent recevoir de réponse. La solution même serait indifférente pour les recherches qui nous occupent actuellement. Il nous suffit de savoir que le sperme et le germe doivent contenir, non seulement la force nécessaire pour produire un individu vivant, mais encore le principe de l'âme du nouvel être à l'état latent. Il nous suffit de savoir que des parties du corps autres que le cerveau participent au principe de l'âme, mais que ce principe ne déploie sa liberté et son activité que dans le cerveau, parce que là il trouve l'organisation nécessaire tant pour recevoir les impressions des conducteurs sensibles que pour agir sur les forces d'autres parties, sur les appareils moteurs. La conscience, la pensée, la volonté, la passion ne sont possibles que dans le cerveau, et, quoique le principe duquel émanent les idées, les pensées, etc., existe à l'état latent dans le germe fécondé, il faut que ce germe animé crée l'organisation entière de l'encéphale. Chez l'acéphale, qui s'est nourri et qui a vécu durant le cours de la vie intra-utérine jusqu'au moment de sa naissance, l'organe que le germe animé avait produit pour la manifestation de l'âme à une époque plus éloignée, a été détruit (par hydropisie) dès avant qu'il eût les conditions requises pour que le principe de l'âme pût sortir de son état latent, pour que les facultés de l'âme pussent se manifester.

Comme, ainsi que nous l'avons vu, l'existence de l'âme ne dépend pas de l'intégrité de l'organisation du cerveau, puisqu'on démontre qu'elle doit exister, bien qu'à l'état latent, jusque dans le germe rejeté par le corps maternel, il suit de là qu'un changement dans la texture du cerveau ne saurait modifier l'essence de l'âme, et qu'il ne peut que contraindre son activité à des actions maladives. L'activité seule de l'âme dépend de l'intégrité de la structure anatomique et de la composition chimique du cerveau. Le mode d'action et l'état de l'encéphale marchant toujours parallèlement l'un à l'autre, le second détermine toujours le premier ; mais l'essence de l'âme, sa force latente, en tant qu'elle n'a point à se manifester, ne paraît dépendre d'aucun changement du cerveau. Si l'on s'en tient à ces idées, on coupe court à toutes les discussions sur la cause finale des maladies mentales, sur la part qu'y prennent le cerveau et l'âme, et le médecin n'a plus à s'occuper, dans toutes les aberrations des facultés intellectuelles, que du changement matériel qui oblige l'âme à des actions morbides, ou qui l'empêche d'agir. Dans l'idiotisme, même le plus profond, par cause de microcéphalie (1), nous ne pouvons point supposer une maladie innée de l'âme, un défaut primordial du principe moral ; à coup sûr le germe contenait la disposition aux plus hautes perfections de

(1) Le microcéphale du musée de Berlin n'avait, à l'état complétement adulte, que 11 1/2 onces de cerveau.

ce principe ; mais le développement incomplet du cerveau a rendu impossible celui des aptitudes supérieures de l'intelligence, de même que, chez l'homme le mieux conformé, un changement soudain de l'état du cerveau frappe instantanément de maladie les manifestations de l'âme, ou la force même de faire repasser son énergie à l'état latent, d'où elle ressort souvent aussi nette que par le passé, après l'éloignement de la cause morbifique.

Comme la matière change toujours en même temps que l'activité, il va sans dire qu'une activité anomale de l'âme, soit une certaine direction communiquée à l'esprit par le genre de vie habituel, soit un état violent déterminé par des circonstances particulières, doit réagir aussi sur l'organe de l'âme. De quelque importance qu'il soit alors, pour le médecin, d'éloigner ces causes, l'état des organes n'en demeure pas moins, là comme partout, l'unique objet de ses soins, et les bourrellements de la conscience dont s'occupent certains praticiens fanatiques ne constituent pas l'essence de la maladie mentale ; ils ne peuvent être considérés que comme une des nombreuses causes qui la déterminent.

Le principe vital, d'où l'organisation entière part dans le germe, et qui produit aussi l'organe pour l'action du principe de l'âme, diffère-t-il essentiellement de celui-ci, ou bien l'activité de l'âme n'est-elle qu'un mode particulier d'action du principe vital? La physiologie empirique ne saurait arriver à la solution de ce problème. Nous savons que le principe vital peut continuer d'agir sans manifestations de l'âme, car il entretient jusqu'à la naissance la vie même des monstres privés de de cerveau et de moelle épinière. On ne peut pas conclure de là que le principe de l'âme diffère de lui, quant à l'essence ; car nous avons déjà vu qu'il y a, même hors du cerveau, un état latent de ce principe dans tout corps animé. Mais on n'en doit pas conclure non plus que le principe de l'âme n'est qu'un mode des effets du principe vital. Nous voyons seulement, ce qui nous est prouvé aussi par la création de l'embryon entier avant le développement des facultés de l'âme, que l'activité de cette dernière n'est point nécessaire à la manifestation du principe vital. D'un autre côté, nous savons tout aussi positivement que l'activité de l'âme n'est point possible, dans un corps animal, sans le concours du principe vital, car c'est ce dernier qui crée et qui entretient l'organisation cérébrale, sans laquelle elle ne pourrait s'exercer.

L'hypothèse que la vie morale n'est qu'une manifestation du principe vital des corps animés en général, peut alléguer en sa faveur que le principe de l'âme ne se manifeste pas dans une seule classe du règne animal, chez l'homme, et qu'on le retrouve jusque chez les animaux les plus inférieurs ; car l'âme appartient à tout ce qui jouit de la vie animale, à tout ce qui éprouve des sensations et en a la conscience, à tout ce qui se fait des représentations ou des idées, à tout ce qui conçoit des désirs et se fait une idée, tant de leur objet que de leur satisfaction, enfin à tout ce qui est déterminé à des actes de volonté, soit par des idées, soit par des désirs. En élargissant ainsi le cercle des phénomènes de l'âme, on les découvre effectivement jusque chez les animaux placés au plus bas degré de l'échelle : on voit même paraître aussi les passions chez les animaux supérieurs. D'un autre côté, l'hypothèse d'après laquelle le principe de l'âme est indépendant du principe vital invoque à son appui que toute une classe d'être organisés vivants, celle des plantes, n'offre aucune trace de phénomènes moraux. Cependant l'objection disparaît en

admettant que là le côté moral du principe vital se trouve à l'état latent, et, si une hypothèse n'a pour elle que de pouvoir expliquer un grand nombre de faits, elle est neutralisée par une autre, qui explique tout aussi bien ces faits.

Les deux principes s'accordent, quant à leurs effets, en ce que leurs phénomènes peuvent être ce qu'on appelle la raison; mais la raison, dans la vie morale, n'est que la simple conscience de ce qui est raisonnable, sans nulle influence créatrice sur l'organisation, sur la matière, et la raison, dans l'activité du principe vital, est la production de l'organisation convenable à la nature animée. La raison qui s'exprime dans l'organisation de l'être le plus simple l'emporte peut-être en sublimité sur ce que la conscience d'un être animal ou d'un homme peut se représenter de plus élevé. Cette activité créatrice a trouvé la solution de tous les problèmes de la physique. Nul problème de la physique de l'ouïe, de la vue, ne demeure caché à la nature qui crée l'organe de l'audition ou l'œil. Elle est aussi la cause de l'instinct, c'est-à-dire la cause qui fait que, dans le *sensorium* d'un animal, naissent des songes qui lui imposent des actions raisonnables, nécessaires à son existence, sans que l'âme de cette créature entrevoie rien de cet acte de raison et de sa liaison avec les effets qui en sont la conséquence.

S'il y a un vrai motif d'admettre que la vie morale des créatures animales n'est qu'un mode de manifestation de leur principe vital, c'est que les deux genres d'effets peuvent être l'expression de la raison, que la production de l'organisation du plus bas animal par le développement du germe est l'expression de la plus haute raison, et que ce qu'il y a en cela de raisonnable surpasse de beaucoup tous les effets moraux dont cette créature a la conscience. Stahl fait émaner toutes les actions animales de l'âme, parce qu'elle sont conformes à un but. Cette âme de Stahl, si la vie morale, telle qu'on la conçoit généralement, en dépend ou en émane, diffère beaucoup de ce qu'on a coutume d'appeler la vie morale; elle est bien supérieure. On voit sans peine que la théorie de Stahl repose sur l'intuition de la force qui agit d'après les inspirations de la raison dans tous les êtres vivants, et qu'il considérait comme une émanation de cette première cause d'une créature ce que nous sommes dans l'usage d'appeler vie morale. Mais, pour que cette opinion soit exacte, ce dont on ne saurait donner la démonstration empirique, il faut ne pas perdre de vue que l'âme qui a la conscience et qui pense n'embrasse qu'une petite partie des effets de cette âme supérieure, agissant conformément à la raison, qui est, en définitive, la cause d'un créature, et qui prévoit, dans son organisation, dans ses penchants instinctifs, tout ce qui pourra lui arriver pendant son conflit avec le monde extérieur.

Moelle allongée.

La moelle allongée met le cerveau en rapport avec la moelle épinière. Il importe donc beaucoup au physiologiste de bien connaître la marche des cordons dont elle se compose. Burdach a répandu plus de lumière que personne sur cet objet intéressant, dans son excellent Traité de la structure et des fonctions du cerveau (1). On distingue aujourd'hui les cordons suivants dans la moelle allongée.

1° Les pyramides. Des fibres fondamentales et des fibres de décussation les

(1) *Vom baue und leben des gehirns*, Leipsig, 1819.

produisent d'après Burdach. Les premières sont situées à la face antérieure du cordon central gris; elles forment la paroi postérieure de la scissure antérieure de la moelle épinière, mais se portent obliquement d'arrière en avant, à la région du cou, depuis trois pouces et demi jusqu'à dix-huit lignes du pont de Varole; de manière que, constituant d'abord les parois latérales de la scissure de la face antérieure de la moelle épinière, elles finissent par se placer, des deux côtés de cette scissure, sur la face antérieure de la moelle, et qu'elles se prononcent à la partie interne de son cordon interne et antérieur. Les fibres de décussation sont un bras du cordon latéral de la moelle épinière, qui passe derrière l'olive, monte obliquement de dehors en dedans et d'arrière en avant, et se montre à la surface, avec les fibres fondamentales, sur le côté de la scissure antérieure de la moelle, à un pouce au-dessous du pont. Il n'y a que les fibres de décussation qui se croisent, c'est-à-dire qui passent d'un côté de la scissure à l'autre, et s'appliquent aux fibres fondamentales du côté opposé. Les fibres des pyramides se continuent avec les pédoncules du cerveau, à travers les faisceaux des fibres transversales du pont de Varole.

2° Les cordons siliquaires (*funiculi siliquæ*) sont, d'après Burdach, les faisceaux fibreux marchant au côté interne et au côté externe de l'olive, qui ne se montrent point à nu sur la surface de la moelle épinière. L'interne naît des fibres médullaires de la scissure antérieure de cette dernière, qui sont rejetées en dehors par la pyramide, dans l'endroit où sort celle-ci. L'externe est la portion extérieure des cordons antérieurs de la moelle au côté interne de la série des racines antérieures. Les deux cordons demeurent appliqués l'un contre l'autre jusqu'au point où l'olive sort entre eux. Les cordons internes traversent le pont avec pyramides, pour se continuer avec les pédoncules cérébraux. Les externes, marchant de bas en haut et de dehors en dedans, gagnent la partie supérieure des prolongements supérieurs ascendants du cervelet (*processus cerebelli ad corpora quadragemina*), et ainsi la base des tubercules quadrijumeaux.

3° L'olive naît de l'expansion du cordon gris antérieur de la moelle allongée. En cet endroit, il se détache du cordon gris une vésicule grise et plissée, pleine de substance blanche, et qui est aussi revêtue de substance blanche à l'extérieur. Cette vésicule et son noyau médullaire présentent, quand on les coupe en travers, la figure connue sous le nom de corps dentelé de l'olive.

4° Le cordon latéral (*funiculus lateralis*) de la moelle épinière fournit les fibres de la décussation des pyramides, en dedans et au commencement de la moelle allongée; le reste se porte, au-dessus de l'olive, dans les prolongements inférieurs descendants du cervelet (*crura cerebelli ad medullam oblongatam*), et en partie aussi à la région externe du sinus rhomboïdal.

5° Le cordon cunéiforme (*funiculus cuneatus*) naît des fibres médullaires couvrant les cordons gris postérieurs de la moelle épinière, fibres qui, placées au côté supérieur du cordon latéral, forment, conjointement avec les siennes, les prolongements supérieurs ascendants du cervelet (*processus cerebelli ad corpora quadragemina*). Ses fibres internes constituent les parties extérieures des parois du sinus rhomboïdal, et vont gagner le cerveau.

6° A la face interne et postérieure du cordon cunéiforme se trouve le cordon grêle (*funiculus gracilis*), dont la face latérale interne forme la paroi latérale de

la scissure postérieure, et dont une partie s'applique immédiatement à la face correspondante du cordon de l'autre côté. Ce cordon se renfle à la pointe du sinus rhomboïdal, et produit un tubercule claviforme.

Les cordons ronds (*funiculi teretes*) se montrent dans l'écartement des cordons grêles, comme parois latérales de la moelle épinière, pénètrent, entre ces mêmes cordons, dans le sinus rhomboïdal, se portent en avant, séparés l'un de l'autre par la scissure de ce sinus, dont ils forment le fond, et se continuent jusqu'au pourtour antérieur et inférieur de l'aqueduc (1).

Quant à ce qui concerne les forces de la moelle allongée, je dois d'abord faire remarquer que cet organe participe, en général, aux propriétés de la moelle épinière. Il jouit, comme elle, du pouvoir réflectif; nulle partie même du système nerveux entier n'est plus disposée que lui à produire des mouvements réflexes; car les nerfs qui en naissent sont, de tous, ceux qui en déterminent avec le plus de facilité. La moelle allongée fait partie de l'appareil moteur, et aucune portion du système nerveux n'exerce autant d'influence qu'elle sur la production des mouvements; toutes les fois qu'on l'irrite, il survient des convulsions dans le tronc entier, que ses lésions frappent également de paralysie. Mais les propriétés suivantes sont ce qui la distingue de toutes les autres parties des organes centraux.

1° Elle est la source de tous les mouvements respiratoires, comme le prouvent les expériences de Legallois. Quand on détruit le cerveau d'avant en arrière, chez un animal, la respiration ne cesse qu'au moment où l'on atteint la moelle allongée. C'est donc dans cet organe que réside la source des inspirations périodiques, et de tous les changements que la respiration éprouve par suite des irritations qui agissent sur les nerfs sensitifs des membranes muqueuses. Les passions influent sur elle en excitant tous les nerfs respiratoires, le facial excepté; en elle se trouve le principe provocateur des mouvements qui accompagnent ou déterminent l'action de pleurer ou le rire, le hoquet, les soupirs, le bâillement, la toux, le vomissement, mouvements dans lesquels le système entier des nerfs respiratoires et du nerf facial sont toujours affectés. De même que leur point de départ est à la moelle allongée dans les passions, de même aussi ils peuvent être provoqués par une action du *sensorium* sur cet organe, et ils le sont même souvent par de simples idées, comme les pleurs, le rire, le bâillement. La disposition à bâiller paraît exister toujours lorsque les parties centrales du système nerveux se trouvent dans un état de lassitude : si alors l'idée du bâillement se présente à l'esprit, parce que nous voyons d'autres personnes bâiller, cette propension se réalise, et nous bâillons. Dans ce mouvement, il y a affection du système des nerfs respiratoires et du nerf facial, tant des branches de ce dernier qui se portent à la face, que de celle qui répand dans le muscle digastrique.

2° La moelle allongée est le siége de l'influence de la volonté; car, ainsi que l'ont fait voir les expériences de Flourens, les animaux qui ont perdu les hémi-

(1) *Cons.*, sur la marche des fibres dans l'encéphale, VALENTIN, *Traité de névrologie*, trad. par A.-J.-L. Jourdan. Paris, 1843. — FOVILLE, *Traité complet de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cérébro-spinal*. Paris, 1844. — N. GUILLOT, *Exposition anatomique de l'organisation du centre nerveux dans les quatre classes d'animaux vertébrés*. Paris, 1844. — L. Hirschfeld, *Névrologie ou description et iconographie du système nerveux et des organes des sens*. Paris, 1851.

sphères du cerveau sont bien frappés de stupeur, mais ils conservent encore la faculté d'exercer des mouvements volontaires. D'un autre côté, la jouissance de cette faculté leur reste également après l'ablation du cervelet, qui n'enlève que l'énergie des mouvements et l'aptitude à des mouvements coordonnés de locomotion (1).

3° Cet organe est aussi le siége de la faculté de sentir. Cette proposition est démontrée non seulement par l'origine des nerfs cérébraux, qui tous, à l'exception du premier et du second, ont des connexions soit avec les prolongements que la moelle allongée envoie dans le cerveau, soit avec ce cordon lui-même, mais encore par l'histoire des lésions des parties cérébrales. Il résulte des expériences de Magendie et Desmoulins qu'un animal auquel on a enlevé les hémisphères du cerveau et du cervelet n'a pas perdu pour cela le sentiment. L'ablation des hémisphères le prive des organes centraux de la vue et de l'odorat, et il devient aveugle; mais la conscience des sensations ne paraît point être liée aux hémisphères cérébraux. Flourens a bien conclu de ses expériences sur l'enlèvement des hémisphères du cerveau que ces parties sont les organes centraux des sensations, et que l'animal ne sent plus rien quand on l'en a privé (2); mais, loin que cette conclusion découle de ses expériences, c'est le contraire précisément qui en ressort, comme Cuvier l'a démontré dans son Rapport (3). Un animal auquel on enlève les hémisphères du cerveau tombe dans la stupeur, mais il n'en donne pas moins des signes non équivoques de sentiment, et non pas seulement de mouvements réflexes: il ne se détermine plus de lui-même à se mouvoir; mais, quand on le pousse, il montre les allures d'un animal qui se réveille; si on lui donne une autre position, il cherche l'équilibre; mis sur le dos, il se redresse; poussé en avant, il saute; l'oiseau qu'on jette en l'air essaie de voler; la grenouille exécute des sauts. L'animal n'a plus de mémoire, il ne réfléchit pas, mais il sent, et il réagit sur les sensations par des mouvements qui ne sont pas de simples phénomènes réflexes. Cuvier le compare avec raison à un homme endormi, qui, malgré l'état de sommeil, sent, puisqu'il cherche encore à prendre une position commode (4).

Chez un être animé qui jouit de la santé, il faut bien distinguer les sensations de l'attention qui leur est accordée, de l'aptitude à en former des idées. L'attention

(1) *Comp.*, sur les acéphales doués de mouvement volontaire, MUELLER's *Archiv*, 1834, p. 168.

(2) Dans sa première édition (*Rech. sur le syst. nerv.*, 1823, p. 136), Flourens disait que les lobes cérébraux sont le siége exclusif de toute *sensation*, de toute volition, de toute intelligence. Cuvier, dans son rapport (FLOURENS, *Rech. sur le syst. nerv.*, 1842, p. 78), ayant fait remarquer que des expériences il ressortait seulement que les hémisphères du cerveau sont le réceptacle unique où les sensations de la vue et de l'ouïe puissent devenir perceptibles pour l'animal, Flourens, dans sa seconde édition (p. 132), substitua le mot *perception* à celui de *sensation*, et d'ailleurs ne changea rien à sa conclusion. L'animal, dit-il (p. 79), qui a perdu ses lobes cérébraux n'a pas perdu la sensibilité; il la conserve tout entière. Il n'a perdu que la perception de ses sensations; il n'a perdu que l'intelligence. (*Note du trad.*)

(3) Bouillaud et Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. I, p. 648) affirment, d'après leurs propres expériences, que l'impressionnabilité à la lumière persiste, chez les oiseaux, après l'ablation des lobes cérébraux. (*Note du trad.*)

(4) FLOURENS, *Rech. exp. sur les propr. et les fonct. du syst. nerv.* Paris, 1842, p. 78.

paraît être une faculté des hémisphères du cerveau, dont la perte entraîne la stupeur, sans abolir le sentiment. Un homme qui se porte bien peut, parmi un certain nombre de sensations qui ont lieu à la fois, ne consacrer son attention qu'à une seule ; il peut la rendre dominante, faire que ce soit elle qui arrive à la conscience dans toute la plénitude de son intensité, et qui excite en lui des idées, tandis que les autres, bien qu'il en soit informé aussi, demeurent vagues, parce que l'attention n'est point dirigée sur elles. Nous sommes même en état de consacrer plus spécialement notre attention à telle ou telle partie d'une figure qui fait impression sur notre sens de la vue, ce qui nous permet d'analyser les figures compliquées. Nous avons également l'aptitude de suivre avec attention un seul des instruments de musique d'un orchestre, même le plus faible ; les sons rendus par les autres ne produisent alors en nous que des sensations vagues. Ainsi la netteté des sensations dépend du concours d'organes dont la destruction des hémisphères cérébraux entraîne la perte, tandis que la moelle allongée est susceptible de sensations vagues et confuses.

Quelques physiologistes ont cru que la moelle allongée était l'organe central de toutes les sensations, comme elle est le siége de la volonté. Je crois qu'il y a là un malentendu lorsqu'on n'appelle moelle allongée que la partie supérieure et renflée de la moelle épinière, sans y comprendre ses prolongements dans le cerveau. Assurément, prise ainsi dans le sens le plus restreint, elle est l'organe central de toutes les sensations tactiles, et celles-ci ont lieu même après la perte du cerveau, mais elles sont alors sans attention. D'un autre côté, il y a aussi, pour le sens de la vue et pour celui de l'odorat, des appareils centraux, qui résident dans les hémisphères du cerveau. Après que ces derniers ont été blessés, la vue et l'odorat sont abolis, de même que la cécité succède aux lésions de la paire antérieure des tubercules quadrijumeaux, des couches optiques, et en général des parties profondes des hémisphères. Il semble donc que les organes centraux des divers sens aient une existence indépendante ; quoiqu'ils appartiennent en partie aux prolongements du système des cordons de la moelle allongée, leur action paraît néanmoins pouvoir s'exercer isolément, et ce n'est que par le concours des hémisphères avec eux qu'a lieu l'attention, c'est-à-dire l'intuition claire et nette des sensations éprouvées par chacun d'eux. Voilà ce qui est vraisemblable pour le mouvement, bien que nous manquions encore de faits suffisants pour en administrer la preuve. A la vérité, il paraît certain, d'un côté, qu'après l'ablation de l'appareil central pour la vue les sensations tactiles peuvent encore avoir lieu avec conscience, au moyen de la moelle allongée ; mais, d'un autre côté, nous ne savons pas si, après la perte de la moelle allongée, il peut encore y avoir des sensations dans les organes centraux des autres sens. Après la lésion de la moelle allongée, la respiration cesse, et la vie se trouve par là réduite à un minimum qui rend impossible de faire des observations sur la persistance des sensations de la vue, de l'odorat, etc. Mais ce qu'il y a de plus probable jusqu'à ce jour, c'est que les hémisphères du cerveau, et non la moelle allongée, sont les organes auxquels aboutissent les effets des différents appareils centraux des sensations, et où les sensations indépendantes les unes des autres sont transformées en intuitions sensorielles.

Quant à ce qui concerne l'organe de l'ouïe, on admet ordinairement qu'il a pour organe le plancher du quatrième ventricule, parce que c'est de là que naissent

les fibres du nerf auditif. Flourens prétend, au contraire, que la faculté d'entendre cesse après l'ablation des hémisphères du cerveau, bien que les oiseaux puissent survivre plusieurs mois à cette perte, comme le prouvent ses expériences et celles de Hertwig. Quoiqu'il puisse bien se faire que les sensations auditives soient liées à l'intégrité du plancher du quatrième ventricule, cependant les fibres transversales blanches du sinus rhomboïdal, qui n'ont pas toujours, à beaucoup près, de connexions avec le nerf acoustique, et qui parfois passent manifestement au-dessus de la racine supérieure de ce nerf, pour aller se jeter dans le prolongement que le cervelet envoie au pont de Varole, ne paraissent pas jouer, dans les sensations auditives, le rôle important qu'on leur attribue si souvent. Il existe dans le cabinet de Berlin le cerveau d'une jeune fille qui fut peu à peu paralysée de tout le corps, à la suite d'une chute sur la nuque et l'occiput, les stries médullaires transversales du plancher du tissu rhomboïdal étaient couvertes d'une exsudation de fibrine, et cependant l'audition n'avait nullement souffert chez ce sujet (1).

Tubercules quadrijumeaux.

Les tubercules quadrijumeaux des mammifères, et les lobes optiques des oiseaux, des reptiles et des poissons, appartiennent à l'appareil central du sens de la vue, ainsi que les couches optiques des animaux supérieurs. Si l'on enlève l'un des lobes optiques chez un pigeon, ou une moitié des corps quadrijumeaux chez un mammifère, la cécité a lieu du côté opposé, mais l'iris de cet œil conserve encore pendant longtemps sa mobilité. C'est du moins ce qu'assure Flourens, car Magendie dit que l'effet n'a point lieu chez les mammifères. Les animaux tournent à plusieurs reprises sur eux-mêmes, et toujours du même côté où l'ablation a été pratiquée, ce que Magendie et Desmoulins ont aussi reconnu. Ce tournoiement, qu'on remarque également chez les grenouilles, paraît être la suite d'un vertige (2). Quand on bandait un œil à des pigeons non mutilés, ils tournaient aussi sur le côté de l'œil non bandé, mais bien moins brusquement et beaucoup moins longtemps que les pigeons mutilés. La lésion des tubercules quadrijumeaux entraînait toujours des trémoussements convulsifs généraux et une faiblesse marquée dans les muscles du côté opposé à la partie enlevée.

Un phénomène digne de remarque, c'est que la contractilité de l'iris ne se perd point après la lésion superficielle d'un lobe optique, tandis que l'ablation complète de ce lobe l'abolit, et que toute lésion qu'il éprouve éteint la faculté de voir du côté opposé. Flourens l'explique en disant qu'une extirpation incomplète du lobe optique ne détruit pas l'excitabilité des nerfs optiques, parce qu'elle n'entraîne pas la destruction de toutes les racines de ces nerfs. Or, les mouvements de l'iris dépendent de l'excitation du nerf optique; car, dès que Flourens irritait ceux-ci eux-mêmes, l'iris se contractait, et, après la section complète des nerfs mis à nu, la membrane ne se meut plus sous l'influence de la lumière. Cette explication est exacte; mais on peut aussi concevoir d'une manière plus simple la persistance des

(1) *Voy.* Fischer, *De rariore encephalitidis casu.* Berlin, 1834.

(2) *Cons.* Krauss, *De cerebri læsi ad motum voluntarium relatione certaque vertiginis directione a certis cerebri læsionibus pendente.* Breslau, 1824.

mouvements de l'iris par l'irritation de la lumière après la lésion superficielle du lobe optique d'un côté; car il suffit déjà, pour que cette membrane se meuve, que le nerf optique du côté opposé soit irrité par la lumière, puisque, même dans l'état de santé, l'iris d'un œil se contracte quand la rétine de l'autre œil vient à être irritée (1). Les expériences de Flourens ont été presque entièrement confirmées par celles de Hertwig (2). Elles font voir, en effet, que la lésion partielle d'un des tubercules quadrijumeaux, chez les mammifères et les oiseaux, produit la faiblesse musculaire et la perte de la vue du côté opposé du corps; qu'elle éteint bien la vue pendant quelque temps, mais que cette faculté revient ensuite; qu'elle n'abolit pas le mouvement de l'iris, qui persiste quelquefois; qu'une lésion plus profonde ou une extirpation totale entraîne la perte complète de la vue et des mouvements de l'iris; que la lésion des tubercules quadrijumeaux produit sur l'œil presque les mêmes effets que celle des nerfs optiques; que leur lésion d'un seul côté détermine dans le côté opposé du corps une faiblesse musculaire qui se dissipe au bout d'un certain laps de temps; qu'elle est accompagnée d'un tournoiement vertigineux de l'animal; enfin, que ces phénomènes sont les seuls auxquels elle donne lieu, et qu'elle n'amène aucun autre trouble quelconque, par exemple dans la mémoire ou dans la conscience. Les observations de Hertwig ne diffèrent de celles de Flourens qu'en un seul point; le physiologiste allemand n'a pas vu de convulsions succéder à la lésion des couches optiques, d'où il semble probable que celles qui ont été observées par Flourens dépendaient de ce qu'il avait pénétré à une trop grande profondeur.

Cervelet.

Rolando, Flourens, Magendie, Schœps et Hertwig ont fait d'intéressantes recherches sur les propriétés du cervelet.

Il résulte de celles de Rolando (3) que la diminution des mouvements est en raison directe de la lésion de l'organe; que cette lésion ne plonge pas les animaux dans la torpeur; que toutes les parties de leur corps conservent la faculté de sentir, mais qu'ils perdent l'énergie de leurs mouvements musculaires. Ils ont les yeux ouverts, et voient les objets, mais tous leurs efforts sont vains pour exécuter les mouvements nécessaires à la locomotion. Un animal auquel on a enlevé un côté du cervelet tombe sur le même côté du corps, et ne peut plus se soutenir sur la patte correspondante (?). Ces observations déterminèrent Rolando à admettre, ce dont il est impossible d'apporter la preuve, que le cervelet est l'organe producteur du principe nerveux, comparé par lui au fluide galvanique, et que les couches alternatives de substance blanche et de substance grise qui le constituent agissent, comme le croyait déjà Reil, à la manière d'une pile galvanique.

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 63) a fait cette remarque intéressante, que l'irritation mécanique d'un seul tubercule optique (chez les oiseaux) n'excite pas uniquement les contractions de l'iris opposé, comme l'avait cru Flourens, mais que l'effet de cette irritation se manifeste aussi dans l'iris du même côté. Il a également observé des mouvements simultanés dans les deux ouvertures pupillaires, en pinçant ou piquant, après division, le bout encéphalique d'*un seul* nerf optique. Il se rend compte de ces résultats en admettant que, dans les deux cas, une lumière subjective impressionne l'animal. (*N. du trad.*)

(2) *Exp. de affectibus læsionum in partibus encephali.* Berlin, 1826.

(3) *Journal de Physiologie*, 1823. — *Saggio sopra la vera struttura del cervello.* Turin, 182

Les expériences de Flourens sont plus claires et plus décisives dans leurs résultats (1). En supprimant le cervelet par couches successives, l'ablation des premières couches était suivie d'un peu de faiblesse et de désharmonie dans les mouvements ; aux moyennes couches, il se manifestait une agitation presque générale, mais sans convulsions ; l'animal opérait des mouvements brusques et déréglés ; il voyait et entendait ; au retranchement des dernières couches, l'animal perdait la faculté de sauter, de voler, de marcher, de rester debout, de se tenir en équilibre. Placé alors sur le dos, il ne savait plus se relever, il s'agitait follement et presque continuellement, sans donner aucune marque de stupeur ; il voyait le coup qui le menaçait, et voulait l'éviter, sans le pouvoir. Donc la volonté, le sentiment et la conscience persistaient : il n'y avait d'aboli que la possibilité de coordonner l'action des muscles en mouvements réglés et déterminés, et les efforts de l'animal pour se maintenir en équilibre lui donnaient l'air d'être ivre. De ces expériences, dont Flourens a obtenu les mêmes résultats dans toutes les classes d'animaux, il conclut que le cervelet n'appartient ni aux appareils sensoriels ni aux appareils intellectuels ; que la source des mouvements volontaires ne se trouve point en lui ; qu'il fait bien partie des appareils moteurs, mais que ses lésions n'entraînent pas de convulsions, comme en entraînent celles d'autres appareils moteurs, la moelle épinière et la moelle allongée, et qu'elles ne font qu'abolir l'énergie des mouvements et la faculté de les coordonner d'une manière convenable pour opérer la locomotion. Si cette opinion est juste, le mécanisme de l'excitation des muscles par groupes doit avoir son prototype dans cet organe, de sorte que toute altération de sa structure détruit en quelque sorte l'harmonie préétablie entre lui et les groupes de muscles, ainsi que leurs conducteurs nerveux. Il est à remarquer encore que les lésions du cervelet manifestent toujours leurs effets d'une manière croisée, sur le côté opposé du tronc.

Ces observations ont été confirmées par celles de Hertwig et de Longet, desquelles il résulte que le cervelet n'est point sensible ; que ses irritations ne déterminent pas de convulsions dans les muscles ; que l'intégrité de son action est indispensable au concours des mouvements pour un certain but, pour le vol, la marche, la station, et pour la conservation de l'équilibre ; enfin que ses lésions n'exercent d'influence ni sur les sens ni sur aucune fonction du corps. Cependant Hertwig a vu que la puissance du cervelet se rétablissait peu à peu après une destruction partielle. Il a constaté aussi l'effet croisé de cette portion de l'encéphale.

Magendie a vu que des hérissons et des cochons d'Inde auxquels il avait enlevé le cerveau et le cervelet, se frottaient encore le museau avec les pattes de devant, quand on leur mettait du vinaigre sous le nez. Il dit avoir observé, après la lésion du cervelet, que les animaux s'efforçaient d'aller en avant, mais qu'une puissance intérieure les obligeait de reculer. La lésion des prolongements moyens (*crus cerebelli ad pontem*) et du pont de Varole lui-même, d'un côté seulement, faisait constamment tourner l'animal du même côté. Cet effet a lieu même après toute section verticale qui intéresse la masse médullaire située au-dessus du quatrième ventricule ; mais il se montre surtout très prononcé après la lésion du prolonge-

(1) *Recherches sur le système nerveux*. Paris, 1842.

ment moyen. Magendie prétend que les animaux faisaient quelquefois jusqu'à soixante tours par minute, et il a vu le phénomène continuer ainsi pendant huit jours sans interruption. Ces mouvements ne sont pas des convulsions ; l'animal les exécute volontairement, comme si un pouvoir intérieur l'y contraignait, ou comme s'il était pris de vertige. Magendie assure que la section du pédoncule de l'autre côté rétablit l'équilibre. Hertwig a vu aussi des tournoiements du côté de la lésion du pont de Varole, chez les chiens (1) ; en même temps, l'un des yeux était tourné vers le haut, et l'autre vers le bas. Il a remarqué également que les lésions superficielles du pont de Varole causaient une douleur médiocre. Il attribue une action croisée à cette partie, et il n'a jamais vu les lésions dont elle devenait le siége entraîner les convulsions.

Le pédoncule inférieur du cervelet, ou corps restiforme, appartient au système de la moelle allongée ; ses lésions sont suivies, d'après les expériences de Rolando sur une chèvre, de convulsions dans lesquelles le corps de l'animal s'infléchit du côté de la blessure (2). Les pédoncules quadrijumeaux, ou prolongements qui se portent aux tubercules antérieurs, produisent aussi des convulsions, d'après le même auteur, quand on les blesse ; les mouvements étaient plus prononcés dans les extrémités opposées, et l'animal, qui était une lapine, retombait toujours sur le côté blessé, après avoir sauté.

Gall regarde le cervelet comme l'organe central de l'instinct de la propagation. Cette hypothèse ne repose point sur des faits certains. Suivant Burdach, l'affection des parties génitales tenait dans dix-sept cas à des vices du cervelet, et dans trois cent trente-deux cas à des vices du cerveau. On a observé des épanchements de sang au cervelet dans des cas d'apoplexie avec érection (3). Dunglison a vu le priapisme accompagner une cérébellite compliquée d'épanchement séreux. On détermine aussi quelquefois l'érection en détruisant la moelle épinière chez les animaux. Les observations de Heusinger (4), qui, chez deux oiseaux morts subitement, a trouvé les testicules gorgés de sang et un épanchement sanguin dans le cervelet, ne sauraient être considérées comme des arguments à l'appui de l'hypothèse de Gall, et tous les autres faits rapportés par Burdach d'altérations simultanées dans le cervelet et dans les fonctions génitales, ne prouvent guère davantage. La coïncidence des maladies de la moelle épinière avec les désordres de l'appareil régénérateur est plus fréquente encore. D'ailleurs le développement du cervelet n'est point proportionné, dans la série animale, à l'énergie de l'instinct propagateur. Chez les reptiles nus, où cet organe ne représente qu'une simple languette tendue sur le quatrième ventricule, il est d'une petitesse extrême, et cependant la salacité de ces animaux est devenue proverbiale, bien que l'érection n'ait pas lieu chez eux. Contre l'hypothèse de Gall s'élève encore une pièce con-

(1) Longet (*Anat. du syst. nerv.*, t. II, p. 434, 452) affirme que, dans ses expériences, le tournoiement a toujours eu lieu du côté *opposé* à la lésion, et les faits pathologiques qu'il rapporte déposent en faveur de son observation. Cette rectification mérite qu'on y ait égard, et ce qu'il est peut-être permis de penser avec Longet que le mouvement rotatoire n'est autre chose, dans ces cas, qu'une manifestation de l'hémiplégie divisée. (*N. du trad.*)

(2) *Saggio*, éd. 3, p. 128.

(3) Serres, dans Magendie, *Journal de physiologie*, t. III, p. 114.

(4) Meckel's *Archiv*, t. VI, p. 551.

servée dans le cabinet d'anatomie de Bonn : c'est un cervelet dont la moitié fut trouvée atrophiée (1) ; le sujet avait succombé à une maladie inflammatoire ; il était marié et père de plusieurs enfants ; pour l'instinct génital, ses facultés étaient plutôt très prononcées que faibles. Mais les faits les plus remarquables sont ceux dont nous devons la connaissance à Cruveilhier (2). Dans un de ces cas, chez un homme de vingt et un ans, l'hémisphère du cervelet contenait deux grosses masses tuberculeuses ; il n'y avait eu chez lui ni symptômes de paralysie, ni maux de tête, ni aucune affection morbide positive du côté des parties génitales. Ce sujet n'éprouvant aucun penchant pour les plaisirs de l'amour, on pourrait être tenté de considérer le fait comme favorable à l'hypothèse de Gall ; mais un second cas nous montre la coïncidence de l'absence complète du cervelet avec le goût de la masturbation : c'était chez une petite fille de onze années ; à sept ans, cet enfant avait les extrémités très faibles, elle manquait d'intelligence, et n'articulait pas distinctement les sons ; à onze ans, époque à laquelle elle fut examinée avec plus de soin, la faiblesse des extrémités était si considérable, qu'à peine pouvait-elle mouvoir les jambes, qui, du reste, n'avaient rien perdu de leur sensibilité : le mouvement des bras avait lieu ; l'intelligence était fort obtuse. L'enfant mourut d'une maladie inflammatoire. Les fosses occipitales inférieures étaient pleines de sérosité. Au lieu du cervelet, on trouva une petite bandelette membraneuse tendue en travers sur la moelle allongée, et présentant de chaque côté un renflement de la grosseur d'une noisette. Le pont de Varole manquait en totalité ; les olives étaient peu perceptibles.

Hémisphères du cerveau.

La gradation dans le développement des hémisphères cérébraux jusqu'à l'homme, et la coïncidence de son atrophie et de l'absence de ses circonvolutions avec l'idiotisme, démontrent déjà que c'est dans une portion de l'encéphale qu'il faut chercher le siége des facultés supérieures de l'âme ; mais on peut aussi prouver par des expériences directes que ce siége réside effectivement là. Les expériences de Flourens sont fort instructives à cet égard, et celles de Hertwig, de Bouillaud (3), de Longet, n'ont fait que les confirmer, quant aux points essentiels. Les hémisphères cérébraux ne montrent pas de sensibilité quand on fait agir sur eux des instruments piquants ou tranchants. L'endroit du cerveau où les sensations se transforment en idées, et où les idées sont conservées, pour réapparaître en quelque sorte comme les ombres de la sensation, n'est point lui-même sensible. Cette remarque, qu'a faite aussi Hertwig, s'accorde avec les observations qu'on a recueillies sur des hommes atteints de plaies de tête ; fort souvent, en effet, on a été obligé de retrancher des portions de cerveau devenues exubérantes, sans que les malades, quand ils jouissaient pleinement de leur connaissance, en éprouvassent aucune sensation. Les lésions des hémisphères ne déterminent pas non plus

(1) Weber, *Nov. act. nat. cur.*, 14, 111.

(2) *Anatomie pathologique du corps humain*. Paris, 1834, livr. XV et XVIII.

(3) *Recherches cliniques propres à démontrer que la perte de la parole correspond à la lésion des lobules antérieurs du cerveau* (*Archives de médecine*, 1825, t. VIII, p. 25 ; *Bulletin de l'Académie de médecine*, 1839, t. IV, p. 282 ; même Recueil, 1848, t. XIII, p. 699, 778).

de convulsions; la seule conséquence qu'elles entraînent constamment, lorsqu'elles sont profondes, est la perte de la vue du côté blessé, et la stupeur. Haller et Zinn avaient déjà reconnu que les parties supérieures des hémisphères ne peuvent donner lieu à aucune contraction musculaire. Il en est de même des corps striés et des couches optiques, d'après Flourens, et Lorry avait fait la même observation par rapport au corps calleux.

Les expériences que Flourens et Hertwig ont faites sur des animaux divers, pour constater les fonctions des hémisphères, sont en général très concordantes. Flourens enleva le lobe cérébral droit à un pigeon : l'animal perdit aussitôt la vue du côté opposé : cependant la contractilité de l'iris de cet œil persista, par les motifs qui ont été développés précédemment. Un peu de faiblesse parut dans toutes les parties du côté opposé du corps; mais, d'après Flourens, cette faiblesse est un phénomène variable au point de vue du degré et à celui de la durée : chez tous les animaux, les forces ne tardent pas à revenir, et l'équilibre à se rétablir entre les deux côtés. Le pigeon voyait très bien du côté de la blessure : il entendait, marchait, sautait et se mouvait comme auparavant. Après l'ablation des deux lobes, il y eut perte de la vue des deux yeux (1), et faiblesse musculaire; celle-ci ne fut toutefois ni considérable ni continue. L'animal volait quand on le jetait en l'air, et marchait lorsqu'on le poussait. L'iris était mobile dans ses deux yeux. Il n'entendait plus, et ne se mouvait plus volontairement; lorsqu'on l'irritait, il se comportait comme un animal qui s'éveille. Dans quelque position qu'on le plaçât, il se mettait en équilibre; couché sur le dos, il se relevait; il buvait l'eau qu'on lui versait dans le bec; il résistait aux efforts faits pour lui ouvrir le bec. Flourens compare un tel animal à un être qui est forcé de dormir toujours, mais qui a perdu même la faculté de rêver. Ses expériences sur les mammifères ont eu presque les mêmes résultats. Celles de Hertwig sont d'accord avec les siennes. Hertwig a trouvé que les hémisphères cérébraux ne sont point sensibles, et un chien seulement donna des signes de douleur quand on blessa la base du cerveau. Un autre, auquel on avait enlevé les deux hémisphères, ne quittait plus volontairement le lieu où il se trouvait, et il était plongé dans une stupeur absolue; quand on l'excitait, il faisait quelques pas, mais retombait aussitôt sur le sol et dans le coma. Il n'entendait pas le bruit d'une arme à feu. Un pigeon auquel on avait enlevé la partie supérieure des hémisphères perdit la vue et l'ouïe; il restait comme endormi. On lui fit prendre des aliments; il n'avalait pas les grains qu'on se contentait de lui mettre dans le bec, mais bien ceux qu'on lui plaçait sur la langue (mouvement réflexe); les muscles étaient peu affaiblis; l'animal se tenait ferme sur ses pattes, et il volait quand on le jetait en l'air. Cet état dura jusqu'au quinzième jour, époque à laquelle l'ouïe et la sensibilité revinrent en grande partie; l'animal vécut trois mois. Une poule dont on avait coupé les deux hémisphères presque à la base perdit la vue, l'ouïe, le goût et l'odorat; elle demeurait toujours au même endroit, et ne donnait aucun signe de vie, jusqu'à ce qu'ayant été vivement irritée, elle fit quelques pas; l'animal vécut trois mois dans cet état d'engourdissement, sans que les facultés sensorielles se rétablissent.

(1) Nous avons dit plus haut (p. 771, note 3) qu'au contraire Bouillaud et Longet admettent, d'après leurs propres recherches, la persistance de la vue, chez les oiseaux, après l'ablation des deux lobes cérébraux. (*Note du trad.*)

Schoeps a fait des expériences analogues (1).

De ces expériences et des effets de la compression sur les hémisphères de l'homme, il ressort évidemment que ces parties du cerveau sont le siége des fonctions de l'âme, le lieu où les sensations non seulement arrivent à la conscience, mais encore sont transformées en idées, celui d'où l'activité de l'âme s'applique spécialement, comme attention, tantôt à une partie et tantôt à une autre des impressions sensorielles. La capacité du pouvoir de l'âme s'accroît manifestement, dans le règne animal, avec l'étendue de la surface des circonvolutions cérébrales; mais nous ne connaissons pas, même d'une manière éloignée, l'influence de l'écorce grise dans laquelle finissent par s'épanouir les innombrables fibres de la couronne radiante. Nous ne savons pas non plus quel changement a lieu dans les fibres médullaires, ou dans la masse grise, ou dans le principe qui nous anime, lorsqu'une idée fait impression sur la matière de cet admirable appareil. Nous savons seulement que cette idée est une impression qui persiste dans le cerveau, et qui peut surgir de nouveau à chaque instant, lorsque l'activité de l'âme se tourne vers elle, lorsque l'attention se trouve tendue sur elle; nous savons aussi que l'impossibilité de faire attention à un grand nombre d'objets à la fois est la seule cause de l'oubli. Il faut nous représenter toutes les images à l'état latent comme autant d'impressions indélébiles du cerveau. Une lésion de l'organe peut en effacer quelques unes, ou même les effacer toutes. On a vu, après des lésions cérébrales, la mémoire des noms, des verbes et des divisions du temps disparaître, puis se reproduire. La venue d'une seule image dans la conscience attentive modifie la coexistence et trouble l'équilibre de toutes les autres, de sorte que, si l'on connaissait la force des idées latentes coexistantes, il y aurait possibilité de savoir quelles sont les idées affines que telle ou telle autre peut rappeler, pourvu que l'on connût cette dernière.

Il est probable que le cerveau renferme un élément affectif dont l'excitation peut accroître la force de chaque idée, qui, lorsqu'il entre plus particulièrement en action, exalte toute idée quelconque, même la plus simple, jusqu'au degré de la passion, et qui, même dans les rêves, donne des couleurs et des nuances affectives aux images; mais nous n'avons aucun moyen de le prouver d'une manière rigoureuse, ni en général ni en particulier. Nous pouvons bien moins encore démontrer qu'indépendamment de l'élément affectif de l'âme, il y a aussi, dans les provinces des hémisphères, des siéges spéciaux pour les diverses directions des facultés de l'esprit et pour les différentes passions. Cette hypothèse de Gall, sur laquelle repose ce qu'on appelle la phrénologie, ne présente point d'impossibilité en elle-même; mais il n'y a pas un seul fait qui prouve, même de la manière la plus éloignée, ni qu'elle soit vraie, en la considérant à un point de vue purement général, ni que les applications spéciales qu'on cherche à en faire soient exactes. On ne peut point assigner de provinces du cerveau dans lesquelles la mémoire, l'imagination, etc., aient leur siége. La mémoire peut être abolie par la lésion des hémisphères en un point quelconque de leur pourtour, et il en est de même de toutes les facultés fondamentales ou directions de l'esprit. D'un autre côté, en réfléchissant aux facultés primitives que Gall a établies, et qui sont en partie si

(1) Meckel's *Archiv*, 1827.

contraires à tout ce que la psychologie nous enseigne, on ne peut s'empêcher de repousser du sanctuaire de la science ce tissu d'assertions arbitraires qui ne reposent sur aucun fondement réel. Il est curieux de connaître ce que Napoléon pensait de la crâniologie : « Gall, disait-il, attribue à certaines saillies des penchants et des crimes qui ne sont point dans la nature, qui n'existent que dans la société, par l'effet de la convention. Que deviendrait l'organe du vol s'il n'y avait pas de propriété, l'organe de l'ivrognerie, s'il n'y avait pas de boissons spiritueuses, l'organe de l'ambition, s'il n'y avait pas de société (1) ? » Quoique Gall n'admît pas d'organe de l'ivrognerie, la remarque du grand homme n'en est pas moins juste en ce qui concerne la mauvaise base psychologique de ce système : cependant elle ne porte que sur la mise en pratique, et non sur le principe même. Quant au principe, on ne peut rien objecter en général contre sa possibilité ; mais l'organologie de Gall n'a point de base expérimentale, et l'histoire des plaies de tête parle même contre l'existence de provinces distinctes dans le cerveau pour les différentes facultés intellectuelles. Non seulement ces plaies, en quelque lieu de la superficie du cerveau qu'elles surviennent, ne portent pas atteinte aux facultés supérieures et inférieures de l'intelligence, la pensée, l'imagination, la mémoire ; mais on a souvent remarqué que les différentes parties des hémisphères peuvent aider à l'action des autres dans les fonctions intellectuelles, et plus d'une fois on n'a vu survenir aucun changement dans les capacités morales et l'intelligence de sujets chez lesquels on avait été forcé d'enlever des portions de la surface des hémisphères. Magendie et Leuret ont complétement raison quand ils rangent la crâniologie dans la même catégorie que l'astrologie et l'alchimie.

Eu égard aux relations mutuelles des deux hémisphères, il paraît que l'un peut suppléer l'autre dans les fonctions intellectuelles. Du moins a-t-on trouvé quelquefois des lésions profondes d'un hémisphère sans que l'intelligence fût troublée, et Cruveilhier cite le cas d'un homme de quarante-deux ans, en pleine jouissance de son esprit, dont le lobe gauche du cerveau fut trouvé atrophié en entier ; ce lobe n'avait qu'environ le volume de la moitié de l'autre, et toutes les parties en étaient uniformément atrophiées, de sorte que le pédoncule du cerveau, le corps mamillaire, la couche optique, le corps strié et le ventricule de ce côté étaient plus petits. Le cervelet avait acquis à peu près le même développement des deux côtés : seulement, l'hémisphère droit était un peu plus petit. Le côté opposé du tronc était frappé de paralysie incomplète depuis la jeunesse ; le sujet pouvait cependant encore marcher avec une canne ; les membres de ce côté étaient amaigris.

Les commissures paraissent être la cause de l'unité d'action des deux hémisphères. On n'est pas encore bien certain de la part qu'y prend le corps calleux : cependant il semblerait, d'après une observation de Reil (2), que ni lui ni la voûte ne sont nécessaires à l'exercice des fonctions inférieures de l'âme. Reil a trouvé ces deux parties divisées, les commissures existant d'ailleurs, chez une femme idiote, qui n'en était pas moins propre à des occupations vulgaires, par exemple à servir de guide. Si l'on a observé l'idiotisme dans une hydrocéphalie chronique avec destruction du corps calleux, ce cas ne prouve rien, à cause de la complication : cependant on a rencontré chez plusieurs idiots des tumeurs et des hydatides sur le

(1) F.-J. Gall, *Sur les fonctions du cerveau*. Paris, 1825, t. VI, p. 385.
(2) *Archiv fuer Physiologie*, t. III, p. 341.

corps calleux, et Lapeyronie a observé la perte de la mémoire après la lésion de cette partie du cerveau. Nous ne possédons encore qu'un petit nombre d'expériences entreprises à l'effet de déterminer les fonctions qu'elle remplit. Saucerotte coupa le corps calleux sur un chien; il survint de la stupeur, avec de violentes secousses et des hoquets : l'animal voyait et entendait, mais il n'avait plus de flair, et il ne sentait plus rien non plus quand on lui piquait les oreilles, le nez et les muscles. Rolando a pratiqué cette opération sur une chèvre : l'animal demeura quelque temps immobile, puis il fut pris d'agitation, et se mit à courir en avant; on le conserva pendant deux jours; peu à peu il devint faible au point de pouvoir à peine se relever, et il tremblait de tout son corps, qui était froid.

Les usages de la glande pituitaire et de la glande pinéale sont encore, on peut dire, totalement inconnus. Il est vrai que Greding a trouvé fréquemment la glande pituitaire malade chez les aliénés; mais ces malades ont offert des dégénérescences dans toutes les parties du cerveau. Wenzel a fréquemment vu la glande pituitaire affectée dans l'épilepsie. Quant à l'hypothèse de Descartes, qui regardait la glande pinéale comme le siége de l'âme, elle est oubliée depuis longtemps. Il est rare, d'après les observations de Georget (1), qu'on la trouve malade chez les aliénés.

Au reste, les résultats de l'anatomie pathologique ne peuvent jamais avoir qu'une application très limitée à la physiologie du cerveau. Nous ne connaissons pas les lois de la communication entre les diverses parties de cet organe, et il ne nous est permis qu'en général d'admettre pour certain qu'une lésion organique d'une de ses parties entraîne des changements dans les fonctions de plusieurs autres, sans qu'il nous soit toujours donné de tirer de là des conclusions positives. On rencontre souvent, dans les régions les plus diverses du cerveau qui, d'après les expériences, n'ont aucune connexion immédiate avec les organes centraux du sens de la vue, des dégénérescences qui entraînent cependant la cécité; nous devons d'autant moins nous en étonner que nous voyons souvent l'amblyopie survenir même dans des maladies de la moelle épinière, par exemple dans la phthisie dorsale. Les mêmes remarques s'appliquent aux lésions organiques des diverses parties du cerveau considérées quant aux aliénations mentales, dans lesquelles il arrive fréquemment que des parties de cet organe qui ne sont pas le siége essentiel des fonctions intellectuelles, présentent des dégénérescences. Les précieux calculs de Burdach sur la coïncidence de ces altérations avec certains changements des fonctions nous en fournissent des preuves surabondantes. Il faut noter, en outre, qu'une lésion chronique du cerveau, quand elle n'agit que par pression, et qu'elle n'entraîne pas l'atrophie totale des parties comprimées, peut préparer en quelque sorte et habituer celle-ci à sa présence par la lenteur de son développement. De là l'énorme différence qui existe entre les lésions soudaines et les lésions chroniques de l'encéphale, par rapport aux conséquences. Ainsi, par exemple, des parties aussi importantes que le pont de Varole et le pédoncule cérébral ont pu ne subir aucune altération notable dans leurs fonctions par le fait d'une tumeur stéatomateuse qui s'était produite avec lenteur, comme le démontre un cas rapporté par Cruveilhier (2), dans lequel ni le mouvement ni le sentiment n'avaient souffert.

(1) *Physiologie du système nerveux.* Paris, 1821.

(2) *Anatomie pathologique du corps humain.* Paris, 1830, 2e liv., in-fol.

CHAPITRE IV.

De la mécanique du cerveau et de la moelle épinière.

Par mécanique du cerveau et de la moelle épinière, on entend les lois suivant lesquelles la propagation des effets a lieu dans les fibres de ces deux organes : le mot de mécanique a donc ici pour nous le même sens qu'en physique, lorsqu'on y parle de la mécanique de la lumière. Autant la mécanique des nerfs est avancée déjà, autant celle des parties centrales est couverte d'obscurité. Les fibres primitives des nerfs, placées côte à côte dans une même gaîne, ne se communiquent point leurs états ; elles agissent isolément les unes des autres, de la périphérie au centre et du centre à la phériphérie. La communication est possible dans les parties centrales. Quoi qu'il en soit, la propagation, dans les fibres de la moelle épinière, n'en a pas moins lieu toujours avec plus de facilité suivant la direction de ces fibres qu'en tout autre sens : autrement, l'excitation motrice des organes de certains nerfs du tronc et l'action croisée du cerveau sur les nerfs rachidiens ne seraient point possibles. Les lois de la propagation de la substance grise, dans l'intérieur du cerveau et de la moelle épinière, ainsi qu'à la surface du premier de ces organes, nous sont totalement inconnues. Il faut aussi nous résoudre, dans tout ce qui concerne les fonctions intellectuelles, à exclure de nos recherches les effets qui peuvent appartenir aux fibres.

Indépendamment des phénomènes qui ont lieu quand un effet se trouve réfléchi des fibres sensitives sur les fibres motrices, par la moelle épinière, et que nous ne pouvons expliquer jusqu'à présent par la structure des organes dans lesquels ils s'accomplissent, la mécanique du cerveau et de la corde rachidienne offre encore à étudier les appareils moteurs qui agissent dans les parties centrales, mais surtout les voies que la transmission suit dans les sensations et les mouvements, et le croisement qui a lieu en cela.

Parmi les appareils moteurs, ceux dont la lésion détermine des convulsions doivent être distingués de ceux dont la lésion diminue l'intensité du mouvement, sans provoquer de convulsions. C'est là une distinction essentielle, dont nous sommes redevables à Flourens, et qui ne pourra pas manquer d'acquérir un jour de l'importance pour la pathologie des maladies cérébrales. La première classe se comprend, d'après les expériences de Flourens et de Hertwig, que les tubercules quadrijumeaux, la moelle allongée et la moelle épinière (1) ; à la seconde se rapportent tous les autres appareils moteurs contenus dans l'encéphale, notamment les couches optiques, les corps striés, le cerveau proprement dit, en tant qu'il influe sur les mouvements, le pont de Varole et le cervelet. Après la lésion de ces parties, les mouvements perdent de leur énergie, mais on n'observe pas de convulsions, tandis qu'après les lésions de la moelle allongée et de la corde rachidienne, il survient infailliblement des mouvements convulsifs. Quoique le confli

(1) Et même seulement, d'après Longet, les faisceaux antérieurs de ce dernier organe. (*Note du trad.*)

qui existe entre les diverses parties de l'encéphale fasse croire qu'il y a probablement d'autres parties que la moelle allongée et les tubercules quadrijumeaux capables de déterminer sympathiquement des convulsions dans les maladies, comme l'annonce d'ailleurs la pathologie, cependant il suit des faits relatés plus haut que, quand l'énergie des parties mobiles a diminué, par cause de maladie, dans les organes centraux, ces causes peuvent tout aussi bien résider dans les corps striés, les couches optiques, ou les hémisphères, que dans le pont de Varole, le cervelet, la moelle allongée et la moelle épinière, mais que, quand le spasme ou les convulsions et la paralysie ont leur cause dans les parties centrales, il faut plutôt chercher celle-ci dans les tubercules quadrijumeaux, la moelle épinière et la moelle allongée, qu'ailleurs.

Une autre circonstance importante pour la mécanique des parties centrales, c'est le croisement des effets. Les observations pathologiques et les expériences faites sur les plaies de la moelle épinière et de la moelle allongée, chez les animaux, démontrent que les effets de ces parties sur les nerfs ne se croisent pas. Une lésion de la moelle épinière ou de la moelle allongée entraîne toujours des convulsions ou la paralysie du même côté. Le fait s'explique aisément pour la moelle épinière, dans laquelle il n'y a aucun croisement de fibres de droite à gauche et réciproquement. Quant à la moelle allongée, les résultats des expériences de Flourens et de Hertwig ne s'accordent pas parfaitement avec sa structure; car, comme, parmi ses cordons, il y a les pyramides qui se croisent, les autres continuant de suivre la direction qu'ils affectaient dans la moelle épinière, on devrait s'attendre à ce que l'effet eût lieu tantôt du côté opposé, tantôt du même côté, suivant la région de l'organe sur laquelle porterait la lésion. A la vérité, Lorry a dit qu'en cas de blessure à la moelle allongée, les convulsions ont toujours lieu du côté blessé, et les paralysies du côté opposé; mais les expériences de Flourens et de Hertwig sont absolument contraires à cette assertion. Cependant il faut prendre en considération que la plupart de ces expériences n'ont été faites que sur les cordons latéraux de la moelle allongée, qui ne se croisent pas, et il est très vraisemblable que, quand une blessure atteint les pyramides au-dessus de l'entrecroisement, il y a aussi croisement des effets. A l'égard des effets du cervelet, des tubercules quadrijumeaux, des hémisphères et des parties que ceux-ci contiennent, ils sont presque toujours croisés; la lésion du cervelet, des tubercules quadrijumeaux et des hémisphères cérébraux entraîne toujours la faiblesse du côté opposé, et celle des hémisphères et des tubercules quadrijumeaux détermine la cécité du côté opposé. C'est là le résultat général des expériences de Flourens et de Hertwig. Les expériences et les observations pathologiques de Caldani, d'Arnemann, de Valsalva, de Wenzel, etc. (1), l'avaient déjà prouvé pour le cerveau. Magendie l'affirme aussi pour les hémisphères; en extirpant un œil à des oiseaux, il a déterminé en très peu de temps l'atrophie du lobe optique opposé. D'après les expériences de Flourens, les lésions des tubercules quadrijumeaux exercent une action croisée, en avant sur les yeux, en arrière sur les autres parties du corps. La plupart des observations pathologiques confirment cette règle, à laquelle on n'a trouvé que de rares exceptions. Il résulte des recherches de Burdach que, sur 268 cas

(1) TREVIRANUS, *Biologie*, t. VI, p. 117. — BURDACH, *loc. cit.*, t. III, p. 365.

d'altération d'un seul coté du cerveau, il y en eut 10 de paralysie des deux côtés et 258 d'hémiplégie, dans 15 seulement desquels la paralysie se trouvait du même côté que la lésion ; les convulsions eurent lieu du même côté dans 25 cas, et du côté opposé dans 3 cas.

D'après cela, on s'explique l'ancien axiome, admis déjà du temps d'Hippocrate, que, dans les plaies du cerveau, les convulsions surviennent du côté de la blessure, et les paralysies du côté opposé. En effet, on peut, par un certain mode de lésion, produire les deux effets à la fois ; il suffit, pour cela, de blesser des parties qui déterminent la paralysie et d'autres qui provoquent des convulsions, des parties qui se croisent et d'autres qui ne se croisent pas. Personne n'a plus répandu de lumière sur ce sujet que Flourens (1). Quand on blesse la moelle épinière et la moelle allongée, on donne lieu à la paralysie et à des convulsions du même côté; quand on agit sur les tubercules quadrijumeaux, on détermine la paralysie et des convulsions du côté opposé. Aux lésions des couches optiques, des corps striés et des hémisphères tant du cerveau que du cervelet, succède la paralysie du côté opposé, sans convulsions. Mais, si l'on blesse en même temps le cervelet et la moelle allongée d'un côté, il en résulte une faiblesse ou paralysie incomplète du côté opposé, et des convulsions avec paralysie du côté correspondant. Cependant, quelque jour que les expériences de Flourens aient répandu sur le croisement des paralysies et des convulsions, il paraît en avoir tiré des conclusions trop absolues contre la possibilité de convulsions du côté correspondant dans les cas d'affections unilatérales du cerveau. Il est très remarquable, en effet, que, parmi les cas de ce genre réunis par Burdach, il y en ait eu 25 de convulsions du même côté, et 3 seulement de convulsions du côté opposé ; et, dans le nombre de ces cas, les plus importants pour nous sont ceux où, à la paralysie du même côté, se joignaient des convulsions du côté opposé. Sur 42 cas de lésion d'un seul des corps striés, il s'en trouve 36 de paralysie du côté opposé, 6 de convulsions du même côté, et aucun de convulsions du côté opposé. Ce résultat semble parler assez hautement en faveur de l'ancien axiome, que, quand, dans les paralysies du côté opposé à celui de la lésion cérébrale, il survient des convulsions, elles ont lieu plus souvent du côté de celle-ci que du côté opposé.

L'explication de l'effet croisé par le croisement des cordons pyramidaux de la moelle allongée se présente trop naturellement à l'esprit pour qu'on n'y ait pas eu recours depuis la découverte de ce croisement. Nous trouvons là aussi une preuve que ce sont principalement les pyramides qui transmettent au tronc l'influence motrice du cerveau. Cependant, comme les autres faisceaux de la molle allongée ne se croisent pas, nous ne manquons pas non plus de moyens pour expliquer les cas exceptionnels dans lesquels l'action du cerveau s'exerce sur le côté correspondant du tronc.

Une difficulté toute spéciale tient à la manière dont les nerfs cérébraux se comportent par rapport au croisement et au non-croisement des effets. Car, comme ils prennent, pour la plupart, leur origine au-dessus de la décussation des cordons pyramidaux, celle-ci ne peut rendre raison de l'action croisée que les lésions du cerveau exercent sur les nerfs cérébraux ; et ce qui rend la chose plus embrouillée

(1) *Recherches sur les fonctions du système nerveux*, Paris, 1842, in-8°.

encore, c'est que, chez l'homme au moins, les nerfs cérébraux reçoivent tout aussi souvent une influence directe qu'une influence croisée de la part de l'encéphale. Je renvoie, là-dessus, aux faits que Burdach a colligés avec une patience admirable. Les lésions d'un seul côté du cerveau entraînèrent la paralysie des muscles de la face dans 28 cas du côté opposé, et dans 10 du même côté; la paralysie de la paupière eut lieu du même côté dans 10, et du côté opposé dans 5; celle des mus cles oculaires, du même côté dans 8, et du côté opposé dans 4; celle de l'iris, du même côté dans 5, et du côté opposé dans 5. La langue est généralement tirée du côté paralysé de la face (1).

Chez l'homme, la paralysie de l'œil s'observe aussi souvent du côté de la lésion cérébrale que du côté opposé. Comme les deux hémisphères contribuent à la formation du nerf optique de chaque œil, puisque chaque racine fournit des fibres pour les deux yeux dans le chiasma, l'égalité numérique des cas d'effet croisé et d'effet non croisé s'explique sans peine. Mais, d'après la théorie, une lésion d'un seul côté du cerveau ne devrait produire la cécité ni d'un côté ni du côté opposé; elle devrait entraîner la paralysie d'une moitié des deux rétines, par conséquent l'hémiopie; car la racine gauche passe dans la partie gauche des deux nerfs optiques, et la racine droite dans leur partie droite, en traversant le chiasma. A la vérité, on a fréquemment observé l'hémiopie, comme symptôme transitoire (2); mais, dans les lésions d'un seul côté du cerveau, ce n'est pas l'hémiopie, c'est généralement la perte de la vue d'un œil, ou de l'autre, ou des deux à la fois, qu'on rencontre. Il y a, en ceci, une différence très remarquable entre l'homme et les animaux, puisque, chez l'homme, les lésions du cerveau produisent tout aussi bien la cécité du côté opposé, tandis que, chez les animaux, elles entraînent toujours la perte de l'œil du côté opposé. Cependant cette différence s'explique par celle que présente, chez les animaux, le mélange des fibres dans le chiasma des nerfs optiques; la plus grande partie des fibres semble, en effet, passer du côté opposé, et cette disposition était rendue nécessaire par la condition même des

(1) M. Jobert de Lamballe (*Comptes rendus de la Société de biologie*, *Gaz. méd.*, 1850, p. 250) a cherché à expliquer anatomiquement l'effet croisé du nerf facial. Après les belles recherches de Gall, sur l'entrecroisement des pyramides, on crut trouver sur plusieurs points sa théorie en désaccord avec les faits que l'on observe sur l'homme malade, et, par exemple, la paralysie croisée du nerf facial se présente d'abord à l'esprit du pathologiste; car on sait qu'il naît au-dessus de la décussation. Ceci paraît d'autant plus inexplicable, que la paralysie est directe pour les nerfs trifacial et moteur oculaire commun. Le savant professeur Bérard ne manque pas de signaler ce fait, et la théorie de Gall semble en effet subir une atteinte. Ce point d'anatomie attira l'attention de M. Jobert dès 1828, et il eut l'occasion, lors d'un concours pour le prosectorat, dans des dissections nombreuses faites sur le nerf facial et le pneumo-gastrique, de se rendre compte de cette contradiction apparente de la doctrine de Gall. Il remarqua que, si les nerfs moteur oculaire commun, trifacial, etc., ne se croisaient pas, il n'en était pas de même du nerf facial, dont la racine prend sa cause excitatrice dans le quatrième ventricule, en s'enfonçant profondément dans la substance nerveuse, jusqu'au-dessous de l'entrecroisement des fibres des pyramides. Jusque-là, personne, à sa connaissance, n'avait suivi le nerf aussi bas, et toujours on avait noté qu'il naissait au-dessus des pyramides. Ainsi donc, si cette disposition anatomique est réelle, l'explication de la paralysie croisée sera facilement obtenue; et si, pour les nerfs moteur oculaire commun et trifacial, qui vont se rendre à la face, le mouvement et le sentiment cessent du même côté de l'épanchement et de la lésion, c'est que ces cordons nerveux ne se croisent pas. É. L.

(2) MUELLER, *Physiologie des Gesichtsinnes*, p. 93.

animaux qui, par la plus grande partie des champs visuels de leurs yeux divergents, aperçoivent des objets tout différents ; il n'y a que les objets compris entre les deux yeux qui projettent leur image sur ces deux organes à la fois ; par conséquent aussi il n'y a qu'une petite partie du champ visuel des deux yeux qui soit identique. Chez l'homme, au contraire, les parties géométriquement correspondantes des deux rétines voient toujours le même objet, dans la situation ordinaire des deux yeux. La structure du chiasma est conforme à cette disposition, puisque chaque racine fournit les fibres externes du nerf correspondant et les fibres internes de celui du côté opposé.

D'après les faits relatifs à la mécanique du cerveau dont je viens de tracer l'aperçu, et d'après les principes de celle de la moelle épinière que j'ai prédemment exposés, on peut établir une classification des paralysies et des spasmes, eu égard à leur origine.

I. *Paralysies.* Les paralysies ont leur siége tantôt dans un nerf seulement, tantôt dans le cerveau et la moelle épinière. Les premières naissent par toutes les causes qui suspendent localement la transmission dans les nerfs, comme l'affection rhumatismale, la section en travers, les tumeurs des nerfs, etc. La seconde de ces causes n'existe pas dans les nerfs, mais bien dans les parties centrales. La plupart des paralysies sont des paralysies du cerveau et de la moelle épinière. Elles sont tantôt unilatérales, et on les nomme *hémiplégies*, tantôt transversales, et on les appelle *paraplégies*. Dans le premier cas, la cause existe d'un côté seulement du cerveau ou de la moelle épinière ; dans le second, elle se trouve ou des deux côtés, ou d'un seul côté, car il arrive assez fréquemment à la paralysie d'être transversale, quoique la cause n'occupe qu'un seul côté du cerveau.

1° *Paralysies de la moelle épinière.* Elles ont cela de particulier qu'on en peut généralement apprécier le siége d'après l'étendue des parties paralysées ; car les lésions de la moelle épinière frappent en général de paralysie toutes les parties dont les nerfs tirent leur origine du prolongement de la corde au-dessous du point affecté. Dans les paralysies des membres pelviens et des sphincters, il n'y a d'ordinaire que la région inférieure de la moelle épinière qui souffre ; si la cause se trouve plus haut, l'étendue des parties paralysées est plus considérable. Une cause qui a établi son siége au-dessous du quatrième nerf cervical paralyse les membres pectoraux seuls, ou avec eux toutes les parties inférieures, mais non les nerfs phréniques. Ces derniers sont frappés aussi de paralysie, si la cause réside plus haut. Quand la cause est à la moelle allongée, elle frappe de paralysie et le tronc entier et les nerfs céphaliques qui naissent de cette moelle. Je connais un cas de maladie de la moelle allongée, produite par la pression d'une petite tumeur, dans lequel une paralysie incomplète s'empara peu à peu de tous les muscles du corps à la fois ; les bras, les jambes, la langue, les yeux et les muscles de la face étaient affectés. En général, la hauteur des parties paralysées indique, d'après l'origine de leurs nerfs, le siége de la lésion à la moelle épinière. Quand la portion lombaire de celle-ci souffre, les extrémités inférieures sont nécessairement paralysées, et les membres thoraciques ne le sont jamais. Dans la paralysie des bras par lésion de la moelle épinière, la cause réside sûrement au-dessus de l'origine des nerfs brachiaux ; mais les membres pelviens ne sont pas toujours et nécessairement frappés aussi de paralysie. Constamment l'effet a lieu du côté même où agit la

cause. S'il y a paralysie du sentiment, il est vraisemblable, mais non certain, que la cause a son siége dans les cordons postérieurs de la moelle; si le mouvement est paralysé, cette même cause réside le plus souvent, mais non pas d'une manière constante, dans les cordons antérieurs. Les paralysies de la moelle épinière sont tantôt complètes et tantôt incomplètes. Dans le premier cas, la propagation de l'influence cérébrale se trouve interrompue sur un point quelconque de la longueur du cordon. Dans le second, la transmission a lieu, la volonté agit sur tous les muscles, mais la force manque, comme dans l'atrophie de la moelle épinière, la phthisie dorsale.

2° *Paralysies cérébrales.* Elles peuvent se manifester dans toutes les parties du tronc, à la face comme aux membres, tant supérieurs qu'inférieurs. Une paralysie des muscles du mollet ou des sphincters peut donc tout aussi bien dépendre du cerveau que de la moelle épinière. Il est permis de conclure que la paralysie est cérébrale lorsque les parties et fonctions qu'elle frappe appartiennent à la classe de celles qui dépendent des nerfs cérébraux, comme les muscles oculaires, la faculté visuelle, l'ouïe, la parole ou le mouvement de la langue, les muscles de la face, etc. Ces paralysies portent, en outre, ou sur le mouvement, ou sur le sentiment, ou sur l'un et l'autre à la fois. Dans les paralysies du mouvement, les corps cannelés, les couches optiques, les couvertures des hémisphères, les tubercules quadrijumeaux, le pont de Varole, la moelle allongée et le cervelet peuvent être le siége de la cause. Serres, Bouillaud et Pinel-Grandchamp prétendent, d'après leurs observations, que la paralysie des membres antérieurs dépend le plus fréquemment d'une lésion des couches optiques, et celle des membres postérieurs d'une lésion des corps striés. Cette distinction n'est rien moins que solidement établie (1). Dans les paralysies du sentiment, la cause peut avoir des siéges très variés. La cécité succède le plus souvent aux dégénérescences des hémisphères, en particulier des couches optiques, puis à celles des tubercules quadrijumeaux; le défaut de sensations tactiles dans les maladies tient à la moelle allongée. La paralysie est tantôt complète et tantôt incomplète. Les parties dont la lésion entraîne le plus souvent la perte de l'énergie du mouvement sont les corps striés, les couches optiques, les pédoncules cérébraux et le pont de Varole. La paralysie incomplète se déclare surtout dans les maladies des hémisphères cérébraux et du cerveau. Les parties du cerveau qui ont de la tendance à produire des convulsions, indépendamment de la paralysie, sont les tubercules quadrijumeaux, la moelle épinière, et les parties basilaires du cerveau proprement dit. Les effets de la cause paralysante sont généralement croisés au tronc; à la tête, ils sont tout aussi souvent du côté de la lésion que croisés.

II. *Convulsions.* Elles ont leur cause ou dans les nerfs, ou dans la moelle épinière, ou dans le cerveau.

1° *Dans les nerfs.* Ici se rangent les convulsions provoquées par des maladies nerveuses locales, des tumeurs sur le trajet des nerfs, des névralgies, ou, en général, par des sensations violentes, et, chez les enfants, par toutes les maladies locales. Elles dépendent de ce que l'excitation centripète, communiquée à la moelle épinière et au cerveau, est réfléchie par ces organes sur les nerfs moteurs.

(1) Comme le prouvent les expériences de Longet (*loc. cit.*) et les observations pathologiques rassemblées par Andral. (*Note du trad.*)

2° *Dans la moelle épinière.* Les lois d'après lesquelles ont lieu les paralysies s'appliquent également aux convulsions.

3° *Dans le cerveau.* Il en est de même pour le cerveau : seulement on doit remarquer que les hémisphères du cerveau, ceux du cervelet et le pont de Varole provoquent plus particulièrement des paralysies, tandis que les tubercules quadrijumeaux et la moelle allongée donnent lieu en même temps à la paralysie et à des convulsions.

Après avoir passé en revue les lois de la mécanique du cerveau et de la moelle épinière dans la propagation des effets, examinons les phénomènes qui ont lieu quand l'équilibre des effets du cerveau vient à être dérangé. Lorsque certaines parties du viscère ont été lésées, il se manifeste des symptômes analogues à ceux qui auraient lieu si l'équilibre des forces était détruit, et que celles-ci se manifestassent isolément. Ces phénomènes forment une classe à part. On détruit une partie, et la partie homonyme du côté opposé semble alors déployer une action plus intense. Les animaux tournent sur eux-mêmes, d'un seul côté, selon Magendie, après les lésions d'un des côtés du pont de Varole ; la section du pont à gauche les fait tourner à gauche, et celle du côté droit les oblige de tourner à droite. Quand on les a forcés ainsi à tourner sur eux-mêmes, on peut faire cesser le mouvement, en coupant le pont du côté opposé. Hertwig a vu la section du pont d'un seul côté, non seulement entraîner le tournoiement, mais encore faire que l'un des deux yeux fût tourné vers le haut, et l'autre vers le bas. Un chien auquel le pont de Varole avait été coupé en travers se tenait bien sur ses pattes, mais il ne pouvait faire un pas sans tomber ; les mouvements volontaires n'étaient point supprimés, et les sensations n'avaient subi aucun changement.

La section des prolongements que le cervelet envoie au pont oblige également, selon Magendie, les animaux à tourner sur eux-mêmes d'un seul côté. Le mouvement est parfois si rapide, que l'animal fait, dit-on, plus de soixante révolutions par minute. Magendie assure l'avoir vu persister pendant huit jours, sans la moindre interruption.

D'après le même physiologiste, l'ablation des deux corps striés donne aux animaux un irrésistible penchant à se porter en avant, qui subsiste même après la perte de la vue (1).

Magendie a également observé une propension aux mouvements rétrogrades chez les mammifères et les oiseaux dont le cervelet avait été blessé. Ce phénomène a lieu quelquefois après les lésions de la moelle allongée. Ainsi Magendie a vu des pigeons, dans la moelle allongée desquels il avait plongé une aiguille, marcher toujours à reculons. Enfin il prétend que certaines lésions de la moelle allongée déterminent une tendance à se mouvoir en cercle, soit à droite, soit à gauche, comme dans un manége ; il a observé ce phénomène chez un lapin âgé de trois ou quatre mois, sur lequel il avait mis le quatrième ventricule à découvert, soulevé le cervelet, et pratiqué une incision perpendiculaire dans le sinus rhomboïdal, à trois ou quatre millimètres de la ligne médiane ; lorsque l'incision était faite à droite, l'animal tournait du côté droit (2).

(1) Les expériences de Longet (*loc. cit.*, t. I, p. 515) ne sont pas favorables à cette assertion de Magendie. (*Note du trad.*)

(2) Le principe de ce mouvement circulaire ou de manége n'a pas son siége exclusif dans la

De ces faits importants, Magendie conclut qu'il existe dans le cerveau certaines impulsions qui déterminent l'animal à des mouvements les uns en avant, les autres en arrière, celle-ci à droite, celle-là à gauche, et qui, dans l'état de santé, se font équilibre. Il n'est point encore permis de se prononcer sur l'exactitude de cette explication. On entrevoit sans peine qu'un animal pourrait-être aussi déterminé à des mouvements tels que ceux dont il s'agit, si, par l'effet du mode de lésion, l'impulsion du principe nerveux dans le cerveau subissait une modification telle que

portion de moelle allongée signalée par Magendie, puisque Longet (*loc. cit.*, t. I, p. 487), en lésant l'un des pédoncules cérébraux immédiatement au-devant du pont de Varole, a vu constamment les animaux (lapins) accomplir aussi l'évolution de manége du côté *opposé* à la lésion. (*N. du trad.*) — M. Cl. Bernard (Sur le tournoiement qui suit la lésion des pédoncules cérébelleux moyens, *Journal de l'Institut*, 3 février 1847) a eu pour but de démontrer, dans son travail, que ces résultats ne s'excluent point, car il a pu à volonté, en blessant le même pédoncule cérébelleux, faire tourner l'animal sujet de l'expérience, tantôt *du même côté*, tantôt *du côté opposé* à la lésion. Tout dépend du point où le pédoncule se trouve blessé. Il a reconnu que toutes les foi que le pédoncule cérébelleux est atteint dans la partie située *en arrière* de l'origine du nerf de la cinquième paire, l'animal tourne du même côté, tandis que la lésion du pédoncule *en avant* de l'origine du même nerf entraîne le tournoiement du côté opposé. Il pense avoir élucidé la question, en ce sens qu'il a précisé les conditions expérimentales pour la production de phénomènes qu'on avait considérés comme incompatibles et contradictoires; mais, indépendamment de ce résultat, ses expériences lui semblent renfermer un fait nouveau, important. Elles apprennent en effet qu'il existe vers le voisinage de l'origine du nerf trijumeau une sorte d'entrecroisement fonctionnel dont les conditions anatomiques ne seraient point encore déterminées.

Tournoiement chez un enfant, observé par M. Lebret (*Comptes rendus de la Société de biologie, Gaz. méd.*, 1850, p. 251). Un jeune garçon, âgé de douze à quatorze ans, assez robuste, couché dans le service de médecine à l'Hôpital des Enfants, est atteint de crises singulières; au milieu de ses jouets, on le voit tout à coup s'asseoir dans un coin, et, comme en proie à des hallucinations, faire des signes incohérents à ses camarades; puis il semble absorbé en lui-même, la tête s'incline sur la poitrine; le corps s'affaisse, l'enfant tombe à terre et reste couché de son long sur le sol. Alors les membres sont violemment contractés d'une manière tonique; les mâchoires demeurent serrées; mais ni les traits de l'enfant, ni les yeux, n'éprouvent de convulsions. Cet état de contraction persiste quelque fois durant un quart d'heure et même davantage, sans que le malade semble avoir conscience de ce qui l'entoure. Tout à coup un bruit comparable à celui d'un soufflet mis fortement en action annonce des contractions énergiques du diaphragme, et c'est à ce moment précis que l'enfant roule sur son axe longitudinal, d'une extrémité à l'autre de la chambre, avec une rapidité incroyable. Ajoutons que ce singulier tournoiement a lieu, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, sans qu'il y ait besoin, pour changer sa direction, qu'un obstacle soit venu l'arrêter. Le mouvement est tel, qu'il semble aux assistants que ce malheureux va se briser contre les murs. L'enfant a été observé avec soin, et l'on peut affirmer que les yeux ne se tournent en aucune façon d'un côté ou de l'autre, suivant le mode de tournoiement; ils restent ouverts et mobiles, sans fixité; de plus, le visage n'annonce aucun signe de paralysie partielle, même temporaire. Au bout de deux à trois minutes environ, le tournoiement a cessé, les membres se relâchent, et il arrive, ou bien que l'enfant est pris, au bout d'un temps variable, de nouvelles contractions, suivies de la même scène; ou que la connaissance lui revient peu à peu. Dans ce dernier cas, on le voit se relever avec un air d'hébétude comparable aux suites de l'ivresse; il répond à peine aux questions qu'on lui adresse; ses regards se promènent çà et là, sans motif intelligent, et il ne conserve aucun souvenir de ce qui vient de se passer. Presque dans tous les cas, les crises se succèdent à de courts intervalles; on en a compté jusqu'à cinq ou six dans une journée ou une nuit. Ce garçon a l'intelligence médiocrement développée; d'ailleurs toutes les fonctions s'accomplissaient régulièrement chez lui. Les antécédents ont manqué. M. Brown-Séquard fait remarquer que ce fait contredit l'explication du tournoiement émise par Henle, et qui consiste en ceci: que le tournoiement serait la conséquence d'une sorte de vertige dû à des mouvements convulsifs des yeux. Dans ce cas, les yeux n'étaient nullement convulsés.

É. L.

l'animal crût voir les objets extérieurs ou son propre corps livrés à un tournoiement auquel il chercherait à résister, ou auquel il se laisserait lui-même entraîner.

Tous les phénomènes dont nous venons de parler sont de nature motrice; mais il y en a aussi d'analogues, qui sont de nature sensitive. Certaines impressions sur le cerveau déterminent, non des mouvements de rotation, mais des sensations rotatoires. Telles sont celles de vertige, qui ont lieu surtout dans le sens de la vue. C'est un fait connu que, quand on tourne longtemps sur soi-même avec rapidité, non seulement on est sur le point de perdre connaissance, mais encore on croit voir, quand on s'arrête, les objets eux-mêmes tournoyer dans le même sens. Purkinje a fait de très remarquables observations sur ce phénomène. Il en résulte qu'on peut, par la position du corps, et particulièrement du cerveau, modifier la direction de la rotation des images et la situation qu'elles auront plus tard quand on s'arrêtera. Il est au pouvoir de l'expérimentateur de déterminer, par la torsion de son corps, soit un mouvement circulaire horizontal, vertical ou oblique, soit un mouvement tangentiel des objets. Ce n'est que quand on tient la tête droite en tournant que les objets tournent horizontalement en cercle lorsqu'on s'arrête et que l'on continue de tenir la tête droite; mais, si l'on penche la tête en arrière pendant qu'on tourne, et qu'on la redresse en s'arrêtant, le mouvement apparent ressemble à celui d'une roue décrivant un cercle vertical autour de son axe. En variant ainsi la situation de la tête tandis qu'on tourne et au moment où l'on s'arrête, on peut faire varier la direction du mouvement apparent. Lorsque le corps est placé sur un plateau, avec lequel il tourne, on aperçoit un mouvement apparent tangentiel. Ainsi, c'est le diamètre de la tête, comme sphère autour de l'axe de laquelle s'exécute le véritable mouvement, qui détermine le mouvement dont les objets paraissent animés lorsqu'en s'arrêtant on donne telle ou telle position à sa tête. De ces expériences remarquables Purkinje conclut que le tournoiement de la tête et du corps entier imprime aux particules du cerveau les mêmes tendances motrices qu'ont celles d'un disque tournant sur lui-même, et que ce trouble de leur repos se manifeste par les mouvements apparents du vertige. On parviendrait peut-être mieux à concevoir le phénomène en l'attribuant à l'impression que le sang fait sur la masse cérébrale dans une certaine direction. Cependant il serait possible aussi que le tournoiement, en détruisant l'équilibre des forces, donnât lieu à une aberration du principe nerveux lui-même, qui produirait sur les sens l'effet d'un mouvement apparent des objets. Du moins les narcotiques déterminent-ils aussi des vertiges sans le concours d'aucun trouble mécanique. Au reste, les phénomènes sensitifs dont il s'agit ici présentent encore de l'intérêt en ce qu'ils font pendant aux mouvements circulaires que provoque la destruction de l'équilibre des forces dans les parties motrices.

On ignore encore s'il y a dans le cerveau des faisceaux fibreux qui exercent une action directe sur certains viscères. Les phénomènes que Budge (1) et Valentin (2) ont observés là-dessus, à la suite des lésions de certaines parties du cerveau, ne sont point constants (3).

(1) *Untersuchungen ueber das Nervensystem*, 1841.

(2) *Repertorium*, t. VI, p. 359.

(3) *Voy.* VOLKMANN, dans MUELLER'S *Archiv*, 1842, p. 372. — STILLING, dans HAESER'S *Archiv fuer die gesammte Medicin*, t. III et IV.

NOTE ADDITIONNELLE SUR LA PRÉSENCE NORMALE DE L'URÉE DANS LE SANG DE BŒUF. — MM. Verdeil et Dollfuss (*Société de biologie*, dans *Gaz. méd.*, 1850, p. 559) ont entrepris d'analyser anatomiquement le sang, évitant par conséquent toute influence qui aurait pu altérer le sang étudié et le faire sortir de l'état normal. La première opération consiste à éliminer la fibrine, ce qui se fait en agitant le sang encore chaud, à sa sortie du corps de l'animal. Le sang privé de sa fibrine est mélangé, avec son volume d'eau, puis chauffé au bain-marie jusqu'à ce que l'albumine et la matière colorante soient coagulées. On filtre la masse sur un linge. La partie coagulée reste sur le linge, tandis que le liquide passe au travers.

Le liquide est encore un peu coloré par la matière colorante en dissolution, qui ne s'est pas entièrement coagulée. La liqueur que l'on a recueillie est évaporée au bain-marie, dans une capsule en porcelaine; la masse coagulée est lavée; puis pressée fortement pour en extraire complétement les substances solubles dans l'eau. Les eaux de lavage et celles qui proviennent du pressage de la masse coagulée, sont ajoutées au liquide qui se trouve déjà dans la capsule. Ce liquide est très légèrement alcalin, un peu coloré par la matière colorante du sang; on l'évapore jusqu'à consistance syrupeuse, puis on y ajoute à froid de l'alcool ordinaire. Il se forme sur le champ un précipité abondant; on ajoute de l'alcool jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, puis on laisse le mélange tranquille pendant vingt-quatre heures, afin que la séparation se fasse complétement. Au bout de ce temps, la partie liquide est séparée du précipité. Ce dernier est lavé avec de l'alcool; il est composé d'une substance albumineuse qui se redissout dans l'eau. C'est de l'albumine ordinaire, qui n'a pas été coagulée par la chaleur et qui est précipitée par l'alcool. Cette propriété de se dissoudre dans l'eau, après avoir été précipitée, n'indique pas une albumine particulière. L'albumine du blanc d'œuf et du sérum se précipite par l'alcool pour se coaguler, et peut se redissoudre de nouveau dans l'eau. Si la solution d'albumine est très concentrée et que l'on emploie de l'alcool absolu, il y aura coagulation, et cette albumine ne pourra plus se redissoudre dans l'eau.

Ce précipité contient aussi des cristaux de chlorure de sodium et de phosphate de soude.

Lorsqu'on redissout ce précipité dans l'eau et qu'on y ajoute de l'acétate de plomb, il se forme un volumineux précipité.

La liqueur filtrée est encore précipitée par le sous-acétate de plomb. Ce précipité est un sel de plomb formé par un acide organique non azoté et qui a de l'analogie avec les acides organiques provenant de l'oxydation du sucre. MM. Verdeil et Dollfuss n'ont pas pu, jusqu'à présent, en obtenir une quantité suffisante pour en faire l'analyse.

La solution alcoolique, c'est-à-dire la partie du sang soluble dans l'eau et qui n'a pas été précipitée par l'alcool, est distillée. Lorsque tout l'alcool a disparu, on ajoute, à froid, à la liqueur concentrée, de l'acide sulfurique très dilué; il se forme immédiatement une substance insoluble qui vient nager à la surface du liquide.

La liqueur répand alors une odeur très fétide et piquante, analogue à celle que répandent les acides gras volatiles qui se trouvent dans le beurre. Si l'on examine au microscope la graisse qui surnage, on la trouve composée de globules graisseux, polarisant faiblement la lumière. Il se rencontre aussi quelques masses opaques rouge foncé, ayant la forme de cristaux, qui ont été désignées sous le nom d'*hématine;* seulement ils sont moins transparents. La majeure partie de cette graisse est de l'acide oléique, qui était combiné dans le sang avec de la soude. On sépare par filtration la masse graisseuse du liquide. Comme l'excès d'acide sulfurique pourrait altérer les substances qu'ils se proposent de rechercher, M. Verdeil et Dollfuss neutralisent cet acide par du carbonate de chaux; puis ils évaporent au bain-marie jusqu'à siccité, et ils enlèvent les dernières traces d'eau en plaçant le résidu dans le vide sur l'acide sulfurique. Lorsque la masse est parfaitement sèche, on l'extrait par de l'alcool absolu froid. Ce véhicule dissout alors presque uniquement de l'urée, qui cristallise. L'analyse élémentaire démontre que cette substance est bien de l'urée.

Lorsqu'on a extrait de cette manière l'urée, on traite de nouveau le résidu avec de l'alcool chaud, mélangé d'un peu d'éther. Il se dissout beaucoup d'hippurate de chaux, qui cristallise, lorsqu'on évapore la solution, en aiguilles groupées autour d'un centre. Cet hippurate de chaux est décomposé par un acide; il se forme un sel de chaux et l'acide hippurique cristallisé. On purifie cet acide par plusieurs cristallisations. É. L.

NOTE ADDITIONNELLE SUR LA CIRCULATION HÉPATICO-RÉNALE. — M. Cl. Bernard, dans son cours au Collége de France (*Union médicale*, 19 et 24 septembre 1850), a constaté que la circulation dans le foie prenait, pendant la digestion, une tout autre disposition, qu'il y avait un reflux vers les reins, et qu'alors elle ressemblait, chez l'homme et chez les mammifères, à ce qu'elle est chez certains animaux pourvus d'une veine porte rénale. Ce fut en cherchant autre chose qu'il fut conduit à cette découverte. Il étudiait si le rein pouvait éliminer toutes les substances; pour cela, il avait introduit du prussiate de potasse dans l'estomac d'un chien, et il avait commencé à le constater au bout de moins de dix minutes dans l'urine. Il tua l'animal, et recueillit à part le sang de l'artère et celui de la veine rénale. Il s'attendait à trouver le sel dans le sang de l'artère et non dans celui de la veine. Ce fut le contraire qui arriva; la veine en contenait beaucoup, et l'artère pas du tout. Le hasard avait voulu que le chien fût en pleine digestion. Étonné de ce résultat, M. Cl. Bernard répéta plusieurs fois l'expérience, et reconnut que, si l'animal était en digestion, toujours le prussiate de potasse se trouvait dans la veine, et que, s'il était à jeun, c'était au contraire dans l'artère qu'on le rencontrait. Pour arriver à se rendre compte, il fallait suivre le prussiate de potasse dans son trajet de l'estomac aux reins. On en trouvait constamment dans le sang qui sort de l'estomac et des intestins, c'est-à-dire dans le système porte, tandis qu'on n'en rencontrait jamais dans le système veineux général. Il fallait bien admettre que, pendant la digestion, il s'établissait une circulation différente de celle qui a lieu pendant l'abstinence.

On peut s'expliquer de cette manière la divergence des observations faites au sujet du nitrate de potasse. Ce sel ayant été administré à haute dose, on n'avait pas toujours pu en découvrir dans le sang de la saignée. Tiedemann et Gmelin tantôt en avaient trouvé et tantôt n'avaient pu le constater. La même chose était arrivée à Magendie. D'après ce qui précède, il est évident qu'on n'en rencontrait pas parce que, le système de la veine porte étant gorgé de sang pendant la digestion, une partie de ce sang ne suivait pas la circulation générale, était refoulé dans les reins et y entraînait le nitrate de potasse, qui passait alors très rapidement dans les urines, où sa présence pouvait y être constamment dévoilée. Mais, lorsqu'il avait été constaté dans le sang de la grande circulation, c'était dans les cas où il avait été ingéré par l'animal ou le malade à jeun.

Le mécanisme de cette circulation de circonstance donne la clef de divers phénomènes dont on se faisait une idée inexacte. On savait que l'absorption des poisons en général était activée par l'abstinence et la saignée, qu'elle était retardée par l'injection de l'eau dans les veines, et l'on se bornait à invoquer le défaut de tension ou l'état de plénitude des vaisseaux. Il n'en est plus ainsi maintenant. Il faut d'abord que la dose du poison soit proportionnée à la quantité du sang pour qu'il manifeste ses effets; mais il est nécessaire surtout qu'il aille dans le système artériel, c'est-à-dire dans tous les organes. Si les poisons n'agissent pas toujours, cela tient à cette double circonstance. On a dit à tort, que certains poisons étaient toxiques pour quelques animaux et non pour d'autres. Si le lapin n'est pas empoisonné par l'atropine, principe actif de la belladone, tandis que le chien ne manque pas de l'être, cela tient à ce que le premier de ces animaux, quoique soumis à l'abstinence, a constamment des aliments dans les intestins et digère continuellement. L'atropine, absorbée par la veine porte, traverse le foie, descend par la veine cave inférieure dans les reins, et est rendue par la sécrétion urinaire. Elle n'a pas passé dans la circulation générale, ou du moins une très faible portion s'y sera introduite. Au lieu de cinq centigrammes, par exemple, ingérés par l'animal, un milligramme, peut-être, sera parvenu à remonter vers le cœur, et à se répandre dans le système artériel; il n'y en aura pas assez pour agir. La même chose arrive chez le cheval. La preuve que telle est la manière dont il faut envisager ce phénomène, c'est que, si le poison est injecté dans les veines ou seulement inséré sous la peau, il agit sur le lapin tout aussi bien que sur le chien.

Autre expérience : On incise l'abdomen d'un lapin, et l'on en fait sortir une anse d'intestin. Dans une veine mésaraïque, on introduit une solution à 20 pour 100 de prussiate de potasse. On constate qu'une grande quantité de ce sel a passé dans les urines. L'animal ne paraît éprouver de cette injection aucun effet fâcheux. On prend un autre lapin, et on lui injecte dans la veine jugulaire une solution de 2 pour 100 de prussiate de potasse; au bout de peu de temps il succombe. Ce résultat est le même pour tout autre poison. Il ne tient pas à ce que le foie annihile l'effet toxique, puisque la substance ingérée passe presque entièrement dans les urines. On ne peut donc expliquer cette innocuité qu'en admettant le passage direct.

Autre expérience : Pratiquez une petite incision sur la peau du dos d'un lapin ; on injecte par cette ouverture une solution de lactate de fer. D'une autre part, on introduit une solution de prussiate de potasse sous la peau de la cuisse ; le prussiate, qui est absorbé très facilement, pénètre dans la grande circulation, finit par venir trouver le lactate de fer, et détermine, dans le point où celui-ci a été déposé, une tache bleue, indice certain de la rencontre des deux substances. — Mais il n'en est plus de même si l'on introduit le prussiate dans l'estomac ; la tache bleue ne se fait plus là où a été déposé le lactate. Nouvelle preuve que ce sel ne passe pas, en ce cas, par le système artériel, et qu'en raison de la digestion constante du lapin, il suit la petite circulation. — Ce résultat peut être un peu modifié en tirant du sang à l'animal, parce que alors la tension moindre du cœur permet à une partie du prussiate de remonter vers cet organe. On fait une première petite saignée à la veine jugulaire, et l'on éprouve le sang, qui ne manifeste pas de bleu de Prusse ; un peu plus tard on renouvelle la saignée et l'on parvient à en découvrir quelques traces. Une minime quantité de prussiate a donc pénétré dans la grande circulation en ce dernier cas ; il est presque inutile de dire qu'il n'y en a pas eu assez pour aller produire une tache bleue sur le lactate déposé sous la peau. Mais, tandis que le prussiate n'entre qu'avec tant de peine dans la circulation générale, il passe presque en entier dans la vessie, où il est toujours facile d'en constater la présence.

Toutes ces expériences montrent qu'une circulation spéciale du foie ou du rein s'opère dans les cas de très grande plénitude du système sanguin. Elles font voir en même temps l'importance qu'il y a à bien choisir la voie par laquelle on veut faire pénétrer un médicament ; comment, par exemple, la méthode endermique a pu quelques fois obtenir des effets bien plus énergiques que l'administration par les voies digestives.

Cette circulation hépatico-rénale, il faut bien le remarquer, ne se manifeste pas constamment ; elle n'a lieu que dans des circonstances données. *A jeun*, la quantité de sang qui se présente au foie étant peu considérable, ce liquide revient en entier par les veines sus-hépatiques et par le cœur ; il n'y a aucun phénomène particulier ; le sang artériel des reins a sa pression ordinaire ; la sécrétion rénale est limpide, acide, et contient beaucoup d'urée. Mais, *pendant une forte digestion*, il n'en est plus de même ; le sang, suivant alors un trajet plus court, se porte en abondance vers les reins, qui le débarrassent rapidement, par les urines, de ses parties les plus fluides ; les urines alors augmentent beaucoup et changent de nature ; elles deviennent troubles, alcalines, offrent des précipités salins et très peu d'urée. Une expérience déjà ancienne de M. Magendie prouve le danger qu'il y aurait à ce qu'une trop grande quantité de sang fût introduite tout à coup dans la circulation générale : un litre d'eau, injecté dans l'estomac d'un chien, en disparaissait très rapidement sans gêner le moins du monde la circulation, tandis que, si l'on en introduisait seulement la moitié dans ses veines, il en résultait la plus grande gêne dans le cœur et les poumons. Cela indiquait déjà qu'il devait y avoir un autre moyen de dégagement que la circulation générale.

Une autre circonstance peut paraître embarrassante. Si l'on admet que le sang qui sort du foie peut s'accumuler dans la veine cave inférieure et refluer par les reins, cette veine, pendant ce temps, ne sera-t-elle pas obstruée, et le sang qui revient des membres inférieurs ne sera-t-il pas arrêté dans la partie inférieure de ce gros vaisseau et dans les veines du bassin ? C'est là précisément ce qui motive l'existence du système veineux collatéral, formé par les veines lombaires et azygos. Ces veines, qui prennent naissance au-dessous des reins, sont destinées à rapporter le sang vers les oreillettes du cœur. Cela devient manifeste dans certains cas pathologiques, mais la nature n'a dû avoir en vue que la physiologie.

Si l'on réfléchit, du reste, sur ces phénomènes, on s'en étonnera moins, car ils ne sont qu'un vestige de ce qui se passe dans les animaux inférieurs. Ne sait-on pas, en effet, que, chez les oiseaux, les poissons et les reptiles, il y a une veine porte rénale, ce qui fait qu'une certaine quantité de sang veineux passe directement par les reins, tandis qu'une autre traverse les poumons ?

De tout temps on avait été frappé de la rapidité avec laquelle certaines substances ingérées dans l'estomac étaient rejetées par les urines. Quelques uns même avaient été conduits à soupçonner des voies inconnues, pour ce passage si rapide entre la vessie et l'estomac. A M. Cl. Bernard était réservée la gloire de résoudre ce problème physiologique. É. L.

FIN DU PREMIER VOLUME.

TABLE DES MATIÈRES.

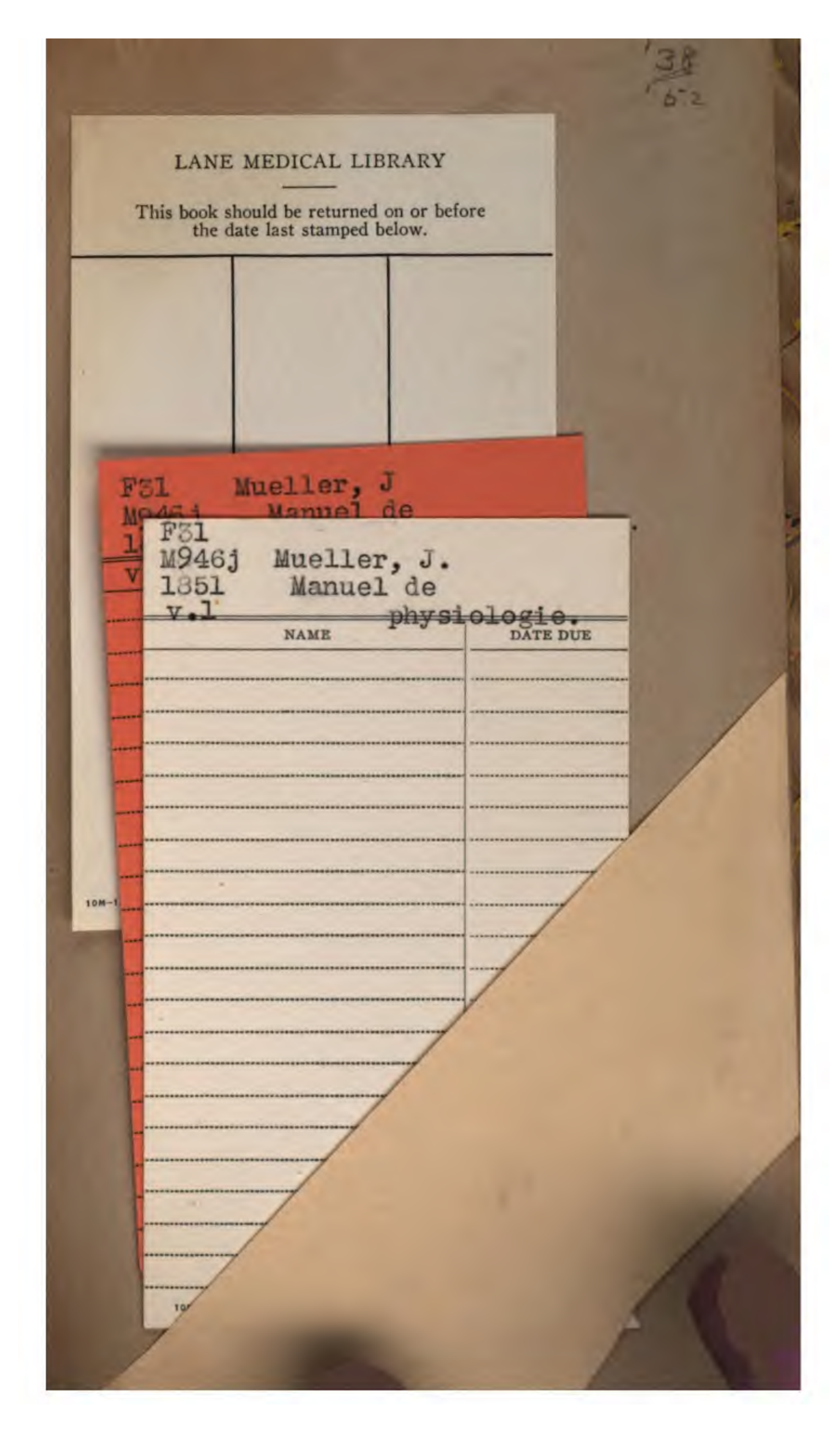
LIVRE DEUXIÈME. DES CHANGEMENTS CHIMIQUES QUI SURVIENNENT DANS LES LIQUIDES ORGANIQUES ET LES TISSUS ORGANISÉS, SOUS L'INFLUENCE DE LA VIE.

LIVRE TROISIÈME. PHYSIQUE DES NERFS.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU PREMIER VOLUME.






38
6-2
LANE MEDICAL LIBRARY
This book should be returned on or before the date last stamped below.
F31 Mueller, J
Manuel de
F31
M946j Mueller, J.
1851 Manuel de
v.1 physiologie.
NAME
DATE DUE





